

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طرح ریزی واحدهای صنعتی





سرشناسه: رضوان، تقی، ۱۳۶۱

عنوان و نام پدیدآور: طرح ریزی واحدهای صنعتی / تقی رضوان

مشخصات نشر: تهران: مهرسبحان، ۱۳۸۹

مشخصات ظاهری: ۲۷۱ ص: مصور، جدول، نمودار

فروست: مجموعه کتابهای آمادگی کارشناسی ارشد ماهان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۶۴-۲۳۴-۳ ISBN :

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: کارخانه‌ها - طرح و برنامه‌ریزی - راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع: کارخانه‌ها - طرح و برنامه‌ریزی - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۹ ط ۴ ۱۷۸/ر TS

رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۲۳۰۷۶

شماره کتابشناسی ملی: ۱۹۷۰۴۳۴



مدیر مسئولان ..... مجید سیاری و هادی سیاری

نام کتاب ..... طرح‌ریزی واحدهای صنعتی

مؤلف ..... تقی رضوان

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف ..... امید روشناس

مسئول تولید ..... بهاره شیخ‌الاسلامی

ویراستاران ادبی ..... ناصر فتوگرافی، معصومه الیاس‌پور

حروف‌نگار ..... نرگس اسودی

طراحی و صفحه‌آرایی ..... طلیعه حلم‌زاده

نوبت و تاریخ چاپ ..... ۱۳۸۹

تیراژ ..... ۲۰۰۰

قیمت ..... ۹۰۰۰۰ ریال

شابک ..... ۹۷۸-۹۶۴-۱۶۴-۲۳۴-۳ ISBN :

انتشارات مهرسبحان: خیابان ولی‌عصر - تقاطع مطهری - روبروی قنادی هتل بزرگ تهران - جنب بانک ملی پلاک ۲۰۵۰

تلفن: ۸۸۱۰۰۱۱۳-۱۱۴

کلیه حقوق این اثر متعلق به ناشر است.



سخن‌ناشر

«به نام حق»

در آغاز ایستاده ایم و به آغاز می نگریم،  
کلمه نزد خدا بود که بر زبان جاری شد

و

پاک‌ترین آفریدنی انسان، همین کلمه شد...  
کلمات را کنار هم می‌نشانیم،  
کلمات «جمله» می‌شوند  
بر ذهن و دل مایه‌ی نشینند  
راهی می‌کشند دست

و در می‌بندد که به سیرامه می‌رود...  
غزلمان را جز نم نوشتن کردیم  
تا بازلال کلمه  
دست و دل و روحان را از «نمی‌دانم» بازداریم...  
تنها فکر کردیم،  
با هم فکر کردیم

و تنها و با هم نوشتیم و نوشتیم و نوشتیم...  
و هرگاه خسته شدیم به آواز خواندیم که:  
ای بی خبر بگویش که صاحب خبر شوی...

خبر این است:

در آغاز ایستاده ایم و به آغاز می نگریم...

"اگر آماده نباشیم بخت‌ها را نیز از دست خواهیم داد و کسی که آماده نیست کمتر به پیروزی خواهد رسید. آمادگی یعنی به‌روز بودن داشته‌ها و دانش بیشتر در هر پیشه و کاری". (ارد بزرگ)

در سالیان اخیر، رقابت برای عبور از سد آزمون کارشناسی ارشد شدیدتر شده است، زیرا از یک سو تعداد افراد شرکت‌کننده در این رقابت سنگین، بیشتر شده و از سوی دیگر سطح تلاش و کوشش دانشجویان برای ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر افزایش یافته است. بر همین اساس برنامه‌ریزی منظم و ساختار یافته‌ای را طلب می‌کند که به تبع، این برنامه‌ریزی منابع خاص خود را نیاز دارد.

مجموعه‌ای که در پیش رو دارید تلاش کوچکی است در راستای آشنایی دانشجویان کارشناسی رشته مهندسی صنایع با درس طرح‌ریزی واحدهای صنعتی در آزمون کارشناسی ارشد. در این مجموعه نکات ارزشمند و ظریفی از مفاهیم این درس به‌صورت تفکیک شده در پانزده فصل ارائه می‌شود. در انتهای هر فصل سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد آزمونه‌ای سراسری و آزاد و پاسخ تشریحی آن‌ها مرور می‌گردد. سؤالات آزمون سراسری، مشتمل بر سؤالات سال‌های گذشته از ۷۹ تا ۸۹ است، در حالی که سؤالات آزمون آزاد شامل شش سال می‌باشد. دو آزمون جامع، حاصل تست‌های تالیفی به همراه پاسخ تشریحی جهت ارزیابی خواننده در مجموعه گنجانده شده است. این دو آزمون می‌تواند پس از مطالعه تمامی فصول این مجموعه، دو آزمون کارشناسی ارشد این درس را شبیه‌سازی نماید. در صورت گذراندن این درس در دوره کارشناسی، این مجموعه به مطالعه منبع پیش‌نیاز، نیازی ندارد. این مجموعه همچنین حاوی آماری از نحوه‌ی طرح سؤال در یازده سال گذشته آزمون سراسری و پنج سال آزمون آزاد است که در قالب جدول و نمودار میله‌ای نمایش داده می‌شود. این گزارش آماری می‌تواند از این جهت مفید باشد که دانشجو وقت و تمرکز بیشتری را به مطالعه و کنکاش فصل‌هایی با فراوانی سؤال بیشتر اختصاص دهد؛ چون ممکن است دیدگاه طراحان سؤال در سال‌های آتی، متفاوت از سال‌های گذشته باشد، باید تمام فصول مورد مطالعه قرار گیرد. بر اساس آنچه گفته شد، دانشجوی علاقه‌مند به شرکت در آزمون کارشناسی ارشد سال‌های آتی می‌تواند با مطالعه نکات و مفاهیم درسی این مجموعه و پاسخ‌گویی بیش از ۵۰۰ سؤال از سؤالات درس طرح‌ریزی واحدهای صنعتی آزمون‌های سراسری و آزاد کارشناسی ارشد سال‌های گذشته و سؤالات تالیفی، آمادگی خود را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد.

در پایان بر خود وظیفه می‌دانم که از آقایان دکتر سیاری و مهندس سیاری مدیران محترم موسسه آموزش عالی ماهان و جناب آقای مهندس امید روشناس مدیر محترم انتشارات که سابقه‌ای طولانی و توأم با موفقیت را در برگزاری کلاس‌های آمادگی آزمون و تالیف و نشر کتاب‌هایی از این دست را دارد، صمیمانه به خاطر یاری همه جانبه اینجانب، تشکر و قدردانی نمایم. از واحد تولید کتاب که با همکاری خود باعث شدند این مجموعه به ثمر برسد؛ سپاس‌گزاری می‌کنم. سعی اینجانب و مجموعه ماهان بر این بوده است که این کتاب نقص و ایرادی نداشته باشد، اما قطع به یقین از پیشنهادات و نظرات اصلاحی کلیه‌ی صاحب‌نظران و دانشجویان، جهت اصلاح و تکمیل این مجموعه در چاپ‌های بعدی استقبال می‌کنیم.

با تقدیم احترام

تقی رضوان

۱۳۸۸



♦ ۷ فصل اول: آشنایی با زمینه طرح ریزی واحدهای صنعتی

تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل اول  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل اول

♦ ۱۳ فصل دوم: طراحی محصول

تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل دوم  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل دوم

♦ ۱۹ فصل سوم: طراحی فرآیند تولید

تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل سوم  
♦ ۲۶ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل سوم

♦ ۲۹ فصل چهارم: انتخاب ماشین‌آلات

تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل چهارم  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل چهارم

♦ ۳۵ فصل پنجم: انواع طرح استقرار ماشین‌آلات

تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل پنجم  
♦ ۴۳ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل پنجم

♦ ۴۷ فصل ششم: محاسبه تعداد ماشین‌آلات

تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل ششم  
♦ ۵۳ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل ششم

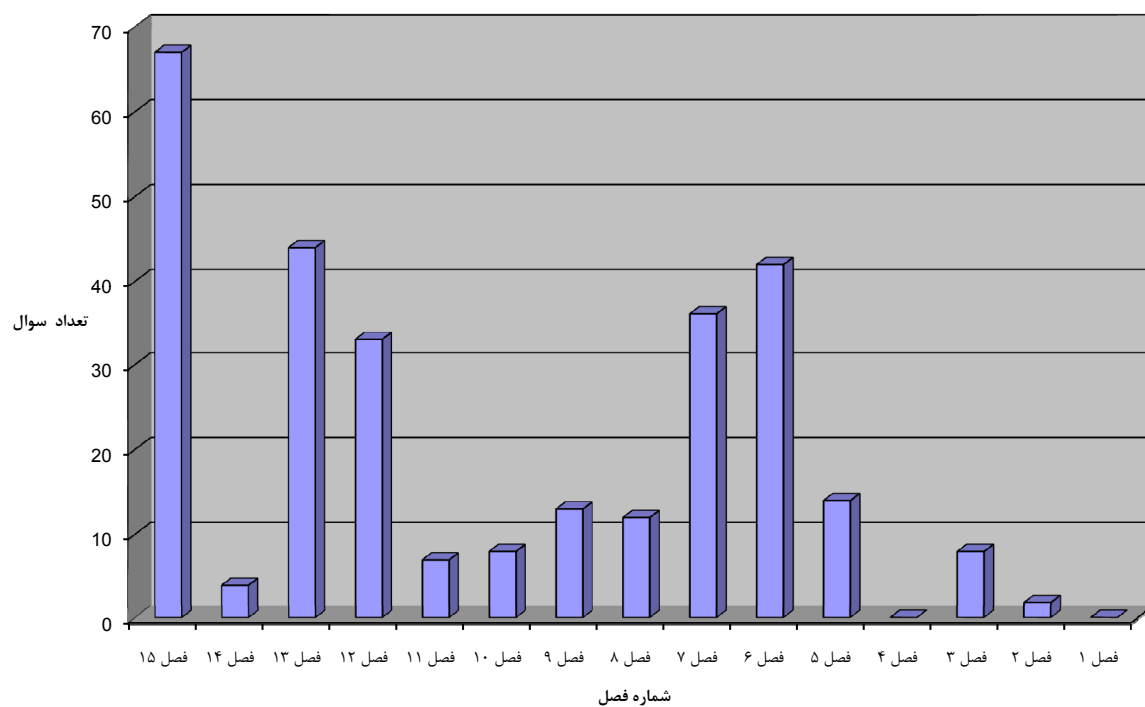




- ♦ ۷۳ فصل هفتم: طراحی خط تولید و مونتاژ  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل هفتم  
♦ ۸۶ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل هفتم
- ♦ ۱۰۱ فصل هشتم: محاسبه تعداد نیروی انسانی  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل هشتم  
♦ ۱۰۸ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل هشتم
- ♦ ۱۱۳ فصل نهم: طراحی بخش‌های در ارتباط با تولید  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل نهم  
♦ ۱۱۹ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل نهم
- ♦ ۱۲۵ فصل دهم: جریان مواد  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل دهم  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل دهم
- ♦ ۱۳۵ فصل یازدهم: حمل و نقل  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل یازدهم  
♦ ۱۳۹ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل یازدهم
- ♦ ۱۴۳ فصل دوازدهم: روش‌های دستی استقرار  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل دوازدهم  
♦ ۱۵۹ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل دوازدهم
- ♦ ۱۷۳ فصل سیزدهم: الگوریتم‌های کامپیوتری استقرار  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل سیزدهم  
♦ ۱۹۳ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل سیزدهم
- ♦ ۲۰۷ فصل چهاردهم: توسعه و گسترش کارخانه و ارزیابی طرح  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل چهاردهم  
♦ ۲۱۱ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل چهاردهم
- ♦ ۲۱۳ فصل پانزدهم: مدل‌های مکان‌یابی  
تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل پانزدهم  
♦ ۲۳۵ تست‌های آزمون سراسری سال ۸۹  
پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌های فصل پانزدهم
- ♦ ۲۵۳ فصل شانزدهم: آزمون جامع ارزیابی ۱  
پاسخ تشریحی آزمون ۱
- ♦ ۲۶۳ فصل هفدهم: آزمون جامع ارزیابی ۲  
پاسخ تشریحی آزمون ۲
- ♦ ۲۷۱ منابع مآخذ

| سال | فصل ۱ | فصل ۲ | فصل ۳ | فصل ۴ | فصل ۵ | فصل ۶ | فصل ۷ | فصل ۸ | فصل ۹ | فصل ۱۰ | فصل ۱۱ | فصل ۱۲ | فصل ۱۳ | فصل ۱۴ | فصل ۱۵ | تعداد سوالات |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| ۷۹  | ۰     | ۱     | ۱     | ۰     | ۲     | ۵     | ۴     | ۵     | ۲     | ۱      | ۱      | ۱      | ۳      | ۲      | ۲      | ۳۰           |
| ۸۰  | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱     | ۴     | ۳     | ۲     | ۰     | ۱      | ۱      | ۳      | ۷      | ۰      | ۸      | ۳۰           |
| ۸۱  | ۰     | ۰     | ۱     | ۰     | ۱     | ۲     | ۵     | ۰     | ۲     | ۰      | ۳      | ۴      | ۴      | ۰      | ۸      | ۳۰           |
| ۸۲  | ۰     | ۰     | ۱     | ۰     | ۱     | ۵     | ۲     | ۰     | ۲     | ۳      | ۱      | ۳      | ۵      | ۰      | ۷      | ۳۰           |
| ۸۳  | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱     | ۴     | ۴     | ۱     | ۲     | ۱      | ۰      | ۳      | ۴      | ۱      | ۹      | ۳۰           |
| ۸۴  | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱     | ۶     | ۷     | ۲     | ۱     | ۰      | ۰      | ۴      | ۴      | ۰      | ۵      | ۳۰           |
| ۸۵  | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱     | ۵     | ۲     | ۰     | ۱     | ۱      | ۰      | ۶      | ۵      | ۰      | ۹      | ۳۰           |
| ۸۶  | ۰     | ۰     | ۲     | ۰     | ۱     | ۳     | ۲     | ۱     | ۲     | ۰      | ۰      | ۳      | ۱      | ۰      | ۵      | ۲۰           |
| ۸۷  | ۰     | ۱     | ۰     | ۰     | ۲     | ۲     | ۲     | ۰     | ۰     | ۱      | ۰      | ۳      | ۳      | ۰      | ۵      | ۲۰           |
| ۸۸  | ۰     | ۰     | ۲     | ۰     | ۲     | ۲     | ۱     | ۰     | ۰     | ۰      | ۰      | ۰      | ۶      | ۰      | ۷      | ۲۰           |
| ۸۹  | ۰     | ۰     | ۱     | ۰     | ۱     | ۴     | ۳     | ۱     | ۱     | ۰      | ۱      | ۳      | ۲      | ۱      | ۲      | ۲۰           |
| جمع | ۰     | ۲     | ۸     | ۰     | ۱۴    | ۴۲    | ۳۶    | ۱۲    | ۱۳    | ۸      | ۷      | ۳۳     | ۴۴     | ۴      | ۶۷     | ۲۹۰          |

فراوانی سوالات کنکور سراسری ۱۱ سال گذشته به تفکیک فصل



# فصل اول

## آشنایی با زمینه طرح ریزی واحدهای صنعتی

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- تعریف طرح ریزی واحدهای صنعتی
- اهمیت طرح ریزی واحدهای صنعتی
- اهداف طراحی کارخانه
- رویه‌های مختلف در بحث طراحی استقرار
- منابع اطلاعاتی برای طرح ریزی واحدهای صنعتی
- کاربرد طرح ریزی واحدهای صنعتی

## تعریف طرح ریزی واحدهای صنعتی

۱- طرح، بهبود و پیاده کردن سیستم‌های متشکل از طرح استقرار (تجهیزات و بخش‌ها) و سیستم حمل و نقل (مواد اولیه، قطعات و محصولات) به‌طوری که حداکثر کارایی از تلفیق منابع به‌دست آید.

۲- طرح ریزی واحدهای صنعتی = تعیین نحوه‌ی استقرار تجهیزات + انتخاب سیستم حمل و نقل مناسب

**تست راهنما** رابطه‌ی بین طرح استقرار و سیستم حمل و نقل در طرح ریزی واحدهای صنعتی چگونه است؟

(۱) اولی بر دومی مقدم است.

(۲) دومی بر اولی مقدم است.

(۳) هیچ‌یک بر دیگری مقدم نیست.

(۴) بسته به شرایط دارد.

**پاسخ تشریحی** گزینه (۳)

رابطه‌ی طرح استقرار و سیستم حمل و نقل یک رابطه رفت و برگشتی است و هیچ‌یک بر دیگری مقدم نیست.

## اهمیت طرح ریزی واحدهای صنعتی

۱- داشتن یک جریان خوب مواد، مقدمه‌ای برای یک تولید اقتصادی است.

۲- استقرار مناسب تجهیزات و امکانات، لازمه یک جریان مواد خوب است.

۳- داشتن یک سیستم حمل و نقل مطلوب، کارایی و راندمان را افزایش می‌دهد.

۴- کارایی مناسب تولید، سبب افزایش سودآوری می‌شود.

**نکته** هزینه حمل و نقل، رقم بالای بین ۲۵٪ تا ۱۰۰٪ را به قیمت کالاها اضافه می‌کند. طرح مناسب استقرار می‌تواند این هزینه را کاهش دهد.

## اهداف طراحی کارخانه

۱- آسان‌سازی فرآیند تولید

۲- کوتاه کردن زمان تولید

۳- حداقل کردن حمل و نقل‌ها و حرکات برگشتی (ایجاد جریان مناسب مواد و برقراری جریان سریع کالاهای در دست)

۴- حفظ انعطاف‌پذیری

۵- استفاده موثر از فضای موجود

۶- حداقل کردن سرمایه‌گذاری روی تجهیزات و ساختمان‌ها

۷- حداکثر کردن بهره‌برداری از نیروی انسانی

۸- ایجاد یک محیط ایمن و آسوده برای کارکنان

**تست راهنما** از اهداف طرح ریزی واحدهای صنعتی، کدامیک با هم در تناقض هستند؟

(۱) حداقل کردن سرمایه‌گذاری روی ماشین‌آلات و حداکثر کردن بهره‌وری نیروی انسانی

(۲) تسهیل در فرآیند ساخت و برقراری جریان سریع کالای در جریان ساخت

(۳) حفظ قابلیت انعطاف و استفاده موثر از فضا

(۴) حداقل کردن حمل و نقل و تامین راحتی و ایمنی

(سراسری ۷۶)

**پاسخ تشریحی** گزینه (۳)

یکی از نتایج انعطاف‌پذیری، به‌کارگیری فضاهای اضافی در آینده است که با به‌کارگیری موثر فضا در تناقض است.

## رویه‌های مختلف در بحث طراحی استقرار

- ۱- رویه‌ی Immer: تاکید بر بهبود جانمایی فعلی
  - ۲- رویه‌ی Muther: این رویه معروف به رویه‌ی SLP است.
  - ۳- رویه‌ی Apple: ارایه‌ی سلسله فعالیت‌هایی جهت تهیه چیدمان واحد تولیدی
  - ۴- رویه‌ی Nadler: برای طرح‌ریزی تجهیزات جدید بسیار کاربرد دارد و به‌عنوان راهکار سیستم ایده‌آل از آن یاد می‌شود.
  - ۵- رویه‌ی Reed: موسوم به طرح سیستماتیک حمله (SAP)
- ← نکته: نمودارهای از- به و رابطه‌ی فعالیت‌ها، دو نمودار عمده در SLP می‌باشند.

## منابع اطلاعاتی برای طرح‌ریزی واحدهای صنعتی

P.Q.R.S.T

- P: محصول: چه چیزی قرار است تولید شود؟  
 Q: مقدار: چه مقدار از اقلام باید تولید شود؟  
 R: روش تولید: چگونگی ساخت محصول (فرآیند و ترتیب عملیات)  
 S: خدمات پشتیبانی: چه ماشین‌آلات و تسهیلاتی لازم است؟  
 T: زمان: عمر محصول چقدر است؟

## کاربرد طرح‌ریزی واحدهای صنعتی

- ۱- بزرگ، کوچک، اضافه کردن یا تغییر محل یک بخش
- ۲- اضافه کردن یک محصول جدید
- ۳- ایجاد یک کارخانه جدید
- ۴- جایگزینی و تعویض دستگاه‌های قدیمی
- ۵- تغییر روش تولید محصول

## تست‌های طبقه‌بندی شدهی فصل اول

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

#### ۱- کدام یک از پروسه‌های زیر، روند مناسبی برای طراحی کارخانه خواهد بود؟

- (۱) جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن، طرح‌ریزی اولیه جریان مواد، در نظر گرفتن عوامل موثر در طرح جریان اولیه، طرح‌ریزی جریان اولیه با جزییات، طرح‌ریزی روش‌های حمل و نقل
- (۲) جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، در نظر گرفتن عوامل موثر در طرح جریان مواد، طرح‌ریزی جریان مواد با جزییات، طرح‌ریزی روش‌های حمل و نقل
- (۳) جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، طرح‌ریزی اولیه جریان مواد، طرح‌ریزی جریان اولیه با جزییات، طرح‌ریزی روش‌های حمل و نقل
- (۴) جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، طرح‌ریزی اولیه جریان مواد، در نظر گرفتن عوامل موثر در جریان مواد، طرح‌ریزی روش‌های حمل و نقل (سراسری ۷۲)

#### ۲- کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) روش طراحی استقرار سیستماتیک SLP اولین بار توسط Apple توسعه داده شده است.
- (۲) روش طراحی استقرار سیستماتیک SLP اولین بار توسط Reed توسعه داده شده است.
- (۳) روش طراحی استقرار سیستماتیک SLP اولین بار توسط Muther توسعه داده شده است.
- (۴) روش طراحی استقرار سیستماتیک SLP اولین بار توسط Fransis توسعه داده شده است. (سراسری ۷۳)

#### ۳- در فرآیند طرح‌ریزی واحدهای صنعتی:

- (۱) تجزیه و تحلیل جریان مواد در خلال تعیین وسایل حمل و نقل بررسی می‌شود.
- (۲) تجزیه و تحلیل جریان مواد، قبل از طرح استقرار اولیه صورت می‌گیرد.
- (۳) ابتدا سیستم و وسایل حمل و نقل مشخص می‌شود و بر مبنای آن استقرار اولیه به دست می‌آید.
- (۴) پس از نهایی کردن طرح استقرار، جریان مواد و رابطه فعالیت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. (سراسری ۷۷)

### تست‌های تالیفی

#### ۴- کدام یک از موارد زیر از اهداف طراحی کارخانه نمی‌باشد؟

- (۱) حفظ انعطاف‌پذیری
- (۲) تامین راحتی و ایمنی کار
- (۳) بالا بردن درجه اتوماسیون
- (۴) حداقل کردن سرمایه‌گذاری روی تجهیزات (تالیفی)

#### ۵- کدام یک از موارد زیر کاربرد طراحی کارخانه نیست؟

- (۱) تعویض وسایل قدیمی
- (۲) تولید محصول جدید
- (۳) آسان‌سازی فرآیند تولید
- (۴) تغییر طرح (تالیفی)

#### ۶- در روش SLP، ابتدا طرح ..... و سپس طرح ..... برای هر دپارتمان مشخص می‌شود.

- (۱) جزیی - بلوکه‌ای
- (۲) بلوکه‌ای - جزیی
- (۳) بلوکه‌ای - فرآیندی
- (۴) محصولی - بلوکه‌ای (تالیفی)

## پاسخنامه‌ی تشریحی فصل اول

### پاسخنامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۱)

۲- گزینه ۳)

روش طراحی استقرار سیستماتیک SLP اولین بار توسط Muther توسعه داده شده است.

۳- گزینه ۱)

طرح استقرار و سیستم حمل و نقل یک رابطه متقابل دارند و هیچ یک بر دیگری مقدم نیست.

### پاسخنامه‌ی تست‌های تالیفی

۴- گزینه ۳)

بالا بردن درجه اتوماسیون از اهداف طراحی کارخانه نمی‌باشد؛ بلکه یک روش برای دستیابی به برخی از اهداف کارخانه می‌باشد.

۵- گزینه ۳)

آسان سازی فرآیند تولید می‌تواند از اهداف طراحی کارخانه می‌باشد.

۶- گزینه ۲)

### پاسخ کلیدی سؤالات فصل اول

| پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|------|-----|------|-----|------|-----|
| ۳    | ۵   | ۱    | ۳   | ۱    | ۱   |
| ۲    | ۶   | ۳    | ۴   | ۳    | ۲   |





## فصل دوم

## طراحی محصول

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- طراحی محصول
- مطالعات اولیه
- دوره عمر محصول
- آنالیز ارزش
- مهندسی محصول

## مطالعات اولیه

مطالعات اولیه شامل مطالعات امکان پذیری است که خود این مراحل را در برمی گیرد:

- ۱- مطالعه بازار و تخمین تقاضا
- ۲- بررسی تکنولوژی‌های ساخت و انتخاب تکنولوژی مناسب
- ۳- بررسی و انتخاب محل اجرا
- ۴- برآورد هزینه و ارزشیابی طرح
- ۵- برآورد برنامه زمان‌بندی اجرای طرح و تامین سرمایه لازم

**نکته** محل اجرای طرح باید به گونه‌ای باشد که کلیه اقلام خواسته شده به میزان مورد نظر، در زمان مناسب و در مکان مناسب در دسترس قرار گیرد.

**تست راهنما** محل مناسب جهت کارخانه‌ای که به نوع خاصی از مواد اولیه اصلی نیاز دارد و این مواد اولیه در اثر حمل و نقل و ارسال به

کارخانه وزن خود را به طور قابل ملاحظه‌ای از دست می‌دهند، کدام گزینه است؟

- ۱) نزدیک بازار فروش محصول
- ۲) نزدیک بزرگراه یا فرودگاه یا بندر و بستگی به نوع وسایل حمل و نقل خارجی دارد.
- ۳) در محلی که درجه حرارت آن با درجه حرارت مواد اولیه مذکور مطابقت دارد.
- ۴) هیچ کدام

(سراسری ۷۴)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۴

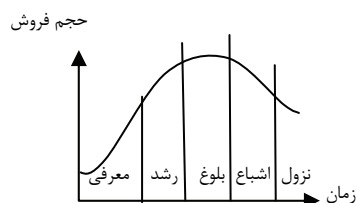
محل کارخانه باید نزدیک محل تهیه مواد اولیه باشد.

## دوره عمر محصول

چرخه عمر محصول شامل پنج مرحله معرفی، رشد، بلوغ، اشباع و نزول می‌باشد.

- ۱- معرفی: تمایل مصرف‌کننده نسبت به محصول کم است.
- ۲- رشد: حاشیه سود شرکت به دلیل کسب تجربه افزایش می‌یابد.
- ۳- بلوغ: هزینه‌های بازاریابی افزایش می‌یابد و بخش تحقیق و توسعه باید محصول جدیدی را ارایه نماید.
- ۴- اشباع: تقاضای محصول به بالاترین حد خود می‌رسد.
- ۵- نزول: میزان فروش به سرعت کاهش می‌یابد.

**شکل** شکل مقابل دوره عمر محصول را نشان می‌دهد:



**تست راهنما** در کدام مرحله دوره‌ی عمر محصول، هزینه‌های بازاریابی افزایش می‌یابد؟

- ۱) رشد
- ۲) نزول
- ۳) بلوغ
- ۴) اشباع

(سراسری ۷۹)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۳

## آنالیز ارزشی

کاهش هزینه تولید محصول و در عین حال حفظ سطح عملکرد محصول در محدوده قابل قبول را «آنالیز ارزش» گویند.

← نکته در آنالیز ارزش، تمرکز بر افزایش ارزش‌هایی است که محصول را به مشتری ارایه می‌کند.

← نکته پس از آنالیز ارزش ممکن است نقشه‌های انفجاری مونتاژ و نقشه‌های اجزای قطعات و ... تغییر کند.

### تست راهنما

آنالیز ارزش چیست؟ (Value Analysis)

۱) فعالیتی است که به منظور تعیین نقطه‌ی سربه‌سر و اندازه‌ی اقتصادی تولید به کار می‌رود.

۲) فعالیتی است که جهت ارزیابی نقشه‌های جانمایی و انتخاب یکی از آن‌ها به کار می‌رود.

۳) فعالیتی است که جهت ارزیابی محصول و تغییرات در آن برای تولید آسان‌تر و هزینه کم‌تر انجام می‌شود.

۴) فعالیتی است که به منظور هزینه‌یابی و تعیین قیمت تمام شده محصول به کار می‌رود.

← پاسخ تشریحی گزینه ۳

## مهندسی محصول

تعیین مشخصات کلی و جزئی محصول به گونه‌ای که خواسته‌های مشتری را برآورده کند و ضمن رعایت استانداردها برای تولید اقتصادی باشد.

← نکته تعیین مشخصات کلی و جزئی محصول با بهره‌گیری از نقشه‌ی انفجاری، عکس باز شده محصول و نقشه‌های فنی و فهرست قطعات

صورت می‌گیرد.

## تست‌های طبقه‌بندی شدهی فصل دوم

## تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- نوع خاص مواد اولیه در همه جا یافت می‌شود، بهترین محل برای تاسیس یک واحد صنعتی که به ماده اولیه مذکور نیاز دارد کدام گزینه زیر باید باشد؟

- (۱) نزدیک محل تامین مواد اولیه (۲) بین محل تامین مواد اولیه و بازار (محل تجمع مشتری‌ها)  
(۳) نزدیک بازار (۴) هیچ‌کدام

(سراسری ۷۲)

## تست‌های تالیفی

۲- کدام یک از گزینه‌های زیر، اولین مرحله جهت طرح‌ریزی یک واحد صنعتی است؟

- (۱) مطالعه بازار (۲) تعیین ظرفیت تولید (۳) مکان‌یابی (۴) تعیین روش تولید

(تالیفی)

## تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۳- امروزه کدام یک از عوامل زیر در طراحی محصول و ساخت مهم‌تر می‌باشند؟

- (۱) تکنولوژی (۲) استقرار ماشین‌آلات (۳) مشتری (۴) مکان‌یابی

(آزاد ۸۰)

۴- تفاوت عمده محصول و خدمات عبارت است از:

- (۱) خدمات قابل ذخیره نمی‌باشد و به محض ارایه مصرف می‌شود.  
(۲) خدمات قابل ذخیره است و می‌توان آن را نگهداری کرد.  
(۳) خدمات تفاوتی با محصول از نظر هزینه‌ی نگهداری ندارد.  
(۴) خدمات به‌راحتی استاندارد می‌شود.

(آزاد ۸۰)

۵- استاندارد کردن خدمات نسبت به محصول را می‌توان گفت:

- (۱) آسان است. (۲) مشکل است. (۳) تفاوتی ندارد. (۴) امکان‌پذیر نیست.

(آزاد ۸۰)

۶- در کدام مرحله از عمر محصول تولیدکننده می‌بایست برای نگهداری سطح فروش به روی توزیع‌کننده بیشتر سرمایه‌گذاری کند؟

- (۱) بلوغ (۲) رشد (۳) اشباع (۴) نزول

(آزاد ۸۶)

۷- می‌دانیم برای تعیین بازار بالقوه از فرمول  $D^* = (D + E) - p$  که در آن:

$$C = \alpha D^* \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

D: تقاضای داخل، E: صادرات، P: واردات، C: ظرفیت استفاده می‌شود. در مورد اجناس فاسدشدنی، فاصله‌ی بین C و  $D^*$  باید چگونه باشد؟

- (۱) کم باشد. (۲) ثابت باشد.  
(۳) زیاد باشد. (۴) بسته به شرایط مساله می‌تواند هر کدام از گزینه‌های قبلی باشد.

(آزاد ۸۶)

## پاسخ‌نامه‌ی تشریحی فصل دوم

## پاسخ‌نامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۳

چون مواد اولیه در همه جا یافت می‌شود، بنابراین تامین مواد اولیه راحت است و باید بر روی بازار تمرکز شود.

## پاسخ‌نامه‌ی تست‌های تالیفی

۲- گزینه ۱

مطالعه بازار جهت پیش‌بینی تقاضا باید ابتدا انجام شود تا با توجه به عواملی همچون محدودیت تکنولوژی، ظرفیت واحد صنعتی تعیین شود.

## پاسخ‌نامه‌ی آزمون آزاد

۳- گزینه ۱ و ۳

مشتري و تکنولوژی هر دو از عوامل تاثیرگذار در طراحی محصول و ساخت می‌باشند که نقش مشتری در طراحی و نقش تکنولوژی در ساخت از اهمیت بیشتری برخوردار است یعنی گزینه‌های (۱) و (۳) هر دو صحیح‌اند.

۴- گزینه ۱

خدمات قابل ذخیره نمی‌باشد و به محض ارایه مصرف می‌شود.

۵- گزینه ۲

استاندارد کردن محصول، آسان‌تر از خدمات است.

۶- گزینه ۱

۷- گزینه ۱

برای اینکه هزینه فاسد شدن کالای فروش نرفته حداقل شود، C باید تا آن‌جا که امکان دارد به  $D^*$  نزدیک باشد.

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل دوم

| پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ  | تست |
|------|-----|------|-----|-------|-----|
| ۱    | ۶   | ۱    | ۴   | ۳     | ۱   |
| ۱    | ۷   | ۲    | ۵   | ۱     | ۲   |
|      |     |      |     | ۱ و ۳ | ۳   |





## فصل سوم

### طراحی فرآیند تولید

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- طراحی فرآیند تولید
- طراحی تولید
- طراحی فرآیند
- فرآیندهای واحد
- مراحل تهیه خصوصیات محصول
- ابزارهای تحلیل فرآیند (لیست قطعات، لیست مواد و ...)

## طراحی تولید

طراحی تولید، فعالیت‌هایی از جمله بررسی‌هایی راجع به محصول، روش‌های مختلف تولید و انتخاب تجهیزات مناسب را شامل می‌شود.

## طراحی فرآیند

طراحی فرآیند بخشی از طراحی تولید است که شامل بررسی‌های راجع به فرآیند واحد، ترکیب فرآیندهای واحد و انتخاب یک فرآیند مناسب می‌باشد.

فرآیند واحد ساده‌ترین عملیاتی است که زیربنای فرآیند تولید را تشکیل می‌دهد. **← نکته**

هرچه تعداد فرآیندهای واحد که در یک ایستگاه کاری انجام می‌شود بیشتر باشد، بخش بیشتری از زمان سیکل صرف عملیات واقعی ساخت و بخش کمتری از زمان، صرف قرار دادن و برداشتن قطعه می‌شود. **← نکته**

عملیات اضافی چون انبار، بازرسی، حمل و نقل‌ها و ... را می‌توان با تکنیک ترکیب فرآیندهای واحد کاهش داد. **← نکته**

از معایب ترکیب فرآیندهای واحد می‌توان به کاهش انعطاف‌پذیری و نیاز به ابزارآلات پیچیده‌تر اشاره کرد. **← نکته**

براساس مطالعات بازار، ظرفیت اولیه تولید تعیین می‌شود که محدودیت‌های تکنولوژیکی می‌تواند در تعدیل این ظرفیت موثر باشد. **← نکته**

**تست راهنما** کدام یک از گزینه‌های زیر در انتخاب ظرفیت تولیدی یک واحد صنعتی موثر نیستند؟

(۱) روش تولید مورد نظر (۲) قدرت مالی سرمایه‌گذاران (۳) شیفت کاری (۴) محل اجرای طرح

(سراسری ۷۲)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۴

ظرفیت تولیدی بستگی به محل اجرای طرح ندارد.

## مراحل تهیه خصوصیات محصول

۱- تهیه نقشه قطعات و اجزا

۲- تهیه نمونه و یا ماکت از محصول در صورت امکان

۳- نقشه انفجاری

۴- تهیه لیست قطعات (Part list)

## ابزارهای تحلیل فرآیند

### لیست قطعات

برگی است که کلیه عناصر تشکیل‌دهنده محصول اعم از ساختنی و خریدنی را نشان می‌دهد.

ممکن است جزییاتی همچون مشخصات فنی، تعداد، درصد ضایعات، قیمت، موارد مصرف قطعه در محصول و اندازه قطعات نیز در این لیست آورده شود. **← نکته**

### لیست مواد (BOM)

این لیست موارد زیر را معرفی می‌کند:

۱- موادی که در حین ساخت و یا مونتاژ از آن‌ها استفاده می‌شود؛ مانند: چسب و روغن.

۲- مواد اولیه و خام که هیچ‌گونه عملیاتی روی آن‌ها انجام نمی‌شود و برای ساخت قطعات به‌کار می‌روند.



مهم‌ترین عامل در تعیین موضوع ساخت یا خرید قطعات مختلف محصول داشتن صرفه اقتصادی است. قطعاتی با مشخصات زیر باید خریداری شوند:

- ۱- قطعات استاندارد همچون پیچ و مهره
- ۲- قطعاتی که سایر تولیدکنندگان تخصص تولید آن را دارند.
- ۳- قطعاتی که توسط سایر تولیدکنندگان به صورت انبوه تولید می‌شوند.
- ۴- قطعاتی که فرآیند آن‌ها کاملاً با فرآیند کارخانه متفاوت است.

## برگه مشخصات فهرست کار

این برگه فقط کارهایی را که باید انجام شود، فهرست می‌کند و نحوه انجام کارها را نشان می‌دهد.

## برگه مسیر تولید (Route sheet)

این برگه مخصوص قطعات ساختنی است که سلسله عملیات لازم برای تولید یک قطعه یا محصول را نشان می‌دهد. این عملیات شامل ساخت و بازرسی بوده ولی حمل و نقل‌ها، تاخیرها و انبارها را در برمی‌گیرد.



برگه مسیر در واقع جدولی است که روش تولید، توالی عملیات، زمان استاندارد، تجهیزات لازم، تعداد ماشین و کارگر مورد نیاز، زمان آماده‌سازی، تعداد تولید در واحد زمان و بخش تولیدکننده را نشان می‌دهد.

### تست راهنما

چه اطلاعاتی را می‌توان از یک برگه مسیر مستقیماً استخراج نمود؟

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ۱) تعداد و نوع وسایل و ابزار کمکی   | ۲) تعداد قطعات تولیدی در هر پریود              |
| ۳) تعداد و نوع ماشین‌آلات مورد نیاز | ۴) تعداد و نوع عملیات مورد نیاز بر روی هر قطعه |

(سراسری ۸۶)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۴

تنها تعداد و نوع عملیات مورد نیاز بر روی هر قطعه است که می‌توان مستقیماً از برگه مسیر تولید استخراج کرد.

## برگه عملیاتی

این برگه مخصوص قطعات ساختنی است و در آن اطلاعات مربوط به روند ساخت یک قطعه ثبت می‌شود.



در برگه عملیاتی برخلاف برگه مسیر، بازرسی، تعداد ماشین و کارگر، زمان آماده‌سازی ثبت نمی‌شود، اما در آن بخشی برای نقشه قطعه وجود دارد.

## نمودار مونتاژ

این نمودار تصویری از کلیه زیر مونتاژها و ترتیب اتصال آن‌ها به بدنه اصلی را نشان می‌دهد. این نمودار تنها عملیات و بازرسی را با علائم □، ○ نمایش می‌دهد.



نمودار مونتاژ، تصویر کلی از فرآیند تولید محصول و نیز طرح اولیه‌ای از طرح‌ریزی جریان مواد را نمایش می‌دهد. همچنین، جریان قطعات برگشتی خط مونتاژ را نشان می‌دهد.

## نمودار فرآیند عملیات (OPC)

این نمودار، کلیه عملیات انجام شده بر روی یک قطعه یا محصول را نشان می‌دهد. علائم مورد استفاده عبارتند از: ○ عملیات و □ بازرسی.

← نکته نمودار فرآیند عملیات = برگه مسیرها + نمودار مونتاژ

← نکته باز شده‌ی نمودار مونتاژ، نمودار OPC است.

← نکته اطلاعات دریافتی از نمودار OPC عبارت است از:

- ۱- پیچیدگی نسبی ساخت قطعات را نشان می‌دهد.
- ۲- توالی و ترتیب عملیات روی هر قطعه را نشان می‌دهد.
- ۳- نشان‌دهنده طول تقریبی خط تولید و فضای مورد نیاز
- ۴- نشان‌دهنده چگونگی تمرکز ماشین‌ها، تجهیزات، ابزار و افراد در محل
- ۵- تخمین نیروی انسانی مورد نیاز
- ۶- تمایز بین قطعات خریداری شده و ساخته شده
- ۷- نشان‌دهنده توالی و ترتیب مونتاژهای فرعی

### تست راهنما نمودار فرآیند عملیات:

- ۱) کلیه حمل و نقل‌ها و فرآیند تولید را نشان می‌دهد.
- ۲) عملیات ساخت و مونتاژ یک محصول را به‌طور کامل نشان می‌دهد.
- ۳) تمامی عملیات، حمل و نقل، تاخیرات - اسناد کردن را به تفکیک هر قطعه نشان می‌دهد.
- ۴) برای تحلیل جریان مواد ابزار تحلیل‌کننده به کار گرفته می‌شود.

(سراسری ۷۳)

### پاسخ تشریحی گزینه ۲

حمل و نقل و تاخیرات و انبارها مربوط به نمودار FPC است.

## نمودار فرآیند جریان (FPC)

این نمودار، جزئیات بیشتری از OPC را نشان می‌دهد و کلیه اعمال اعم از عملیات، بازرسی، تاخیر، انبارها، حمل و نقل و عملیات ترکیبی را نمایش می‌دهد.

○ عملیات و بازرسی همزمان   □ بازرسی   △ تاخیر   ▢ حمل   ▣ انبار   ◇ عملیات

← نکته نمودار FPC به دو صورت تهیه می‌شود:

- ۱- ثبت فعالیت‌های انجامی روی مواد
- ۲- ثبت کارهایی که توسط پرسنل انجام می‌شود.

← نکته تاخیرهای عمدی فرآیند تولید در نمودار FPC، جزو عملیات محسوب می‌شود؛ مانند: تاخیر جهت خشک شدن رنگ

← نکته جابه‌جایی‌هایی که در حین عملیات یا توسط اپراتور در حین کار یا بازرسی صورت گیرند، در نمودار FPC، به عنوان حمل و نقل لحاظ نمی‌شوند.

← نکته برخی اطلاعات دریافتی از FPC عبارتند از:

- کلیه مراحل عملیات تولید
- تخمین هزینه‌ها
- مسافت طی شده در حین هر فعالیت
- زمان لازم برای انجام فعالیت‌های ○، □، △ و...
- تجزیه و تحلیل جریان مواد

## نمودار فرآیند چند محصولی

هنگامی که تنوع محصول زیاد است و بخواهیم نمودار فرآیند عملیات هر محصول را با یکدیگر ترکیب کنیم، از این نمودار استفاده می‌کنیم.

◀ **نکته** مزایای این نمودار عبارتند از:

- ۱- تعیین تعداد برگشت‌ها به عقب در کل جریان مواد
- ۲- کمک به تجزیه و تحلیل جریان مواد
- ۳- کمک به طراحی استقرار

## دیاگرام جریان یا شکل جریان

برای نشان دادن جریان مواد در فرآیند تولید از این ابزار استفاده می‌شود که قابل ترسیم به صورت دو بعدی و سه بعدی است. در واقع رسم FPC در نقشه طرح استقرار، دیاگرام جریان است.

◀ **نکته** مزایای این دیاگرام عبارتند از:

- ۱- مشاهده برگشت به عقب‌ها
- ۲- نمایش ترافیک راهروها
- ۳- درک مشکلات استقرار بخش‌ها

## تست راهنما کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) نمودار فرآیند عملیات نشان‌دهنده‌ی بازرسی‌ها و حمل و نقل‌ها و انبار کردن‌ها می‌باشد.
- (۲) نمودار فرآیند جریان همان فرآیند عملیات است که فقط برای یک قطعه تهیه می‌شود.
- (۳) دیاگرام جریان همان نمودار فرآیند جریان است که بر روی شمای کف کارگاه رسم می‌شود.
- (۴) نمودار فرآیند جریان همان دیاگرام جریان است که تنها عملیات و بازرسی‌ها را نشان می‌دهد.

(سراسری ۷۹)

◀ **پاسخ تشریحی** گزینه ۳

## دیاگرام تقدم = تاخر

این نمودار برای طراحی ایستگاه‌های کاری استفاده می‌شود که عملیات تولیدی را نشان می‌دهد. این دیاگرام برای متعادل کردن (بالانس) خط تولید و مونتاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## نمودار شدت جریان

این نمودار میزان ورودی به هر یک از عملیات، مواد خروجی و ضایعات را نشان می‌دهد.

## تست‌های طبقه‌بندی شدهی فصل سوم

## تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- کدام یک از گزینه‌های زیر در انتخاب روش تولید موثر نیستند؟

- (۱) ظرفیت تولیدی مورد نظر  
(۲) کیفیت محصول تولیدی  
(۳) قدرت مالی سرمایه‌گذاران  
(۴) محل اجرای طرح

(سراسری ۷۲)

۲- به منظور تعیین اجزای کاری مورد نیاز که باید روی مواد انجام شوند و همچنین بررسی ترتیب عملیات و انتخاب فرآیند تولید مناسب کدام یک از جداول زیر را به کمک می‌گیرند؟

- (۱) نمودار مونتاژ  
(۲) جدول فرآیند عملیات  
(۳) شکل جریان  
(۴) لیست قطعات

(سراسری ۷۲)

۳- کدام یک از جملات زیر غلط است؟

- (۱) برای تعیین نحوه استقرار دپارتمان‌های تولید می‌توان از نمودار از - به (From - to) استفاده کرد.  
(۲) چارت جریان flow - chart می‌تواند برای تحلیل جریان مواد به کار گرفته شود.  
(۳) در چارت جریان علامت D به معنای تاخیر است و عبارت است از در انتظار بودن قطعه بین مراحل ماشین کاری و مونتاژ  
(۴) یکی از روش‌های تحلیل جریان مواد، بهره‌گیری از نمودار فرآیند چند محصولی است.

(سراسری ۷۳)

۴- کدام یک از عبارات زیر صحیح نیست؟

- (۱) اطلاعات مربوط به روش ساخت محصول در برگه مسیر Rout sheet و اطلاعات محصول در لیست قطعات Part list ثبت می‌شود.  
(۲) یکی از روش‌های تحلیل جریان مواد، استفاده از چارت رابطه فعالیت‌هاست. (Activity Relationship)  
(۳) لیست قطعات حاوی اطلاعات جامع‌تری نسبت به لیست مواد است.  
(۴) یکی از اهداف طراحی کارخانه می‌تواند بهبود ایمنی باشد.

(سراسری ۷۴)

۵- به منظور تحلیل جریان مواد، حرکت ابزار و حرکت دست کارگر، کدام یک از نمودارهای زیر مناسب‌تر است؟

- (۱) نمودار فرآیند چند محصولی Multiple process chart  
(۲) دیاگرام جریان Flow diagram  
(۳) نمودار فرآیند عملیات Operations process chart  
(۴) نمودار فرآیند جریان Flow process chart

(سراسری ۷۴)

۶- اطلاعات مربوط به محصول غالباً توسط فرم‌های زیر تدوین می‌گردد؟

- (۱) لیست قطعات، ساخت محصول، برگ مسیر جریان، نقشه قطعات، نقشه محصول  
(۲) لیست قطعات، نمودار جریان، دیاگرام جریان، درخت محصول، نقشه محصول  
(۳) برگ مسیر، نمودار فرآیند، درخت محصول، لیست مواد تصفیه محصول  
(۴) لیست قطعات، لیست مواد، درخت محصول، نقشه قطعات، نقشه محصول

(سراسری ۷۵)

۷- نمودار فرآیند عملیات، نشانگر:

- (۱) میزان حمل و نقل بین ماشین‌آلات است.  
(۲) زمان عملیات ساخت است.  
(۳) عملیات ساخت و مونتاژ و بازرسی یک محصول است.  
(۴) عملیات، بازرسی‌ها، تاخیرات، انبارها و حمل و نقل‌های یک محصول است.

(سراسری ۷۶)

## ۸- کدام جمله صحیح است؟

- ۱) نمودار مونتاژ همان نمودار فرآیند عملیات است که عملیات مونتاژ را نیز نشان می‌دهد.
- ۲) نمودار مونتاژ همان نمودار فرآیند عملیات است که ایستگاه‌های مونتاژ را نیز نشان می‌دهد.
- ۳) نمودار فرآیند عملیات همان نمودار مونتاژ است که مراحل ساخت را نیز نشان می‌دهد.
- ۴) تعداد عملیات در نمودار مونتاژ با تعداد عملیات در نمودار فرآیند عملیات مساوی است.

(سراسری ۷۷)

## ۹- کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

- ۱) در نمودار فرآیند عملیات، علاوه بر ترتیب سوار کردن قطعات، تمام عملیات حمل و نقل، بازرسی و انبار کردن‌ها نشان داده می‌شود.
- ۲) در نمودار فرآیند عملیات، علاوه بر ترتیب سوار کردن قطعات، تمام عملیات، حمل و نقل، تاخیر، بازرسی و انبار کردن‌ها نشان داده می‌شود.
- ۳) در نمودار فرآیند عملیات (Operations process chart)، علاوه بر ترتیب سوار کردن قطعات، همه عملیات و بازرسی‌ها در طول فرآیند تولید محصول نشان داده می‌شود.
- ۴) در نمودار فرآیند عملیات، تمام عملیات، حمل و نقل، تاخیر، بازرسی و انبار کردن‌ها نشان داده می‌شود.

(سراسری ۷۷)

## ۱۰- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد نمودار فرآیند عملیات (Operations process chart) صحیح است؟

- ۱) شدت جریان مواد و فرآیند انبار کردن را نشان می‌دهد.
- ۲) فرآیند ساخت و مونتاژ قطعات را نشان می‌دهد.
- ۳) فرآیند مونتاژ و شدت جریان مواد را نشان می‌دهد.
- ۴) فرآیند ساخت و شدت جریان مواد را نشان می‌دهد.

(سراسری ۷۸)

## ۱۱- بیشترین مواقعی که از نمودارهای سفر، نمودار فرآیند جریان و نمودار فرآیند عملیات استفاده می‌شوند، به ترتیب عبارتند از:

- ۱) در گروه‌بندی فرآیند، برای یک قطعه، برای نشان دادن کل فرآیند
- ۲) در گروه‌بندی محصول، برای کل فرآیند، در استقرار براساس خط
- ۳) در گروه‌بندی محصول، برای یک قطعه، برای نشان دادن کل فرآیند
- ۴) در گروه‌بندی فرآیند، برای کل فرآیند، در استقرار براساس خط

(سراسری ۷۸ و با اندکی تفاوت سراسری ۷۴)

## ۱۲- برای شناسایی نوع ماشین‌آلاتی که در فرآیند تولید محصولات مختلف استفاده می‌گردند، از کدام تکنیک می‌توان استفاده کرد؟

- ۱) برگه مسیر قطعات
- ۲) نمودار مونتاژ
- ۳) لیست قطعات
- ۴) نمودار رابطه فعالیت‌ها

(سراسری ۸۱)

## ۱۳- اطلاعات مربوط به ترتیب و تعداد عملیاتی که بر روی یک قطعه انجام می‌شود، از کدام یک از تکنیک‌های زیر قابل کسب است؟

- ۱) نمودار مونتاژ (Assembly chart)
- ۲) لیست مواد (Bill of material)
- ۳) لیست قطعات (Part list)
- ۴) برگه مسیر قطعات (Rout sheet)

(سراسری ۸۲)

## ۱۴- شناسایی قطعات استاندارد که از بیرون کارخانه خریداری می‌شود؛ معمولاً بر روی کدام نمودار به سرعت قابل تشخیص است؟

- ۱) تعداد تولید- تنوع
- ۲) فرآیند عملیات
- ۳) قطعه- ماشین
- ۴) مونتاژ

(سراسری ۸۶)

## ۱۵- در طراحی ظرفیت یک واحد تولیدی کدام یک از مجموعه عوامل زیر موثرتر هستند؟

- ۱) میزان تقاضای بازار، ساختمان کارخانه، نوع محصول
- ۲) میزان دسترسی به منبع مواد اولیه، میزان منابع در اختیار، ساختمان کارخانه
- ۳) نوع محصول، میزان منابع مالی در اختیار، تعداد نیروی انسانی، ساختمان کارخانه
- ۴) میزان تقاضای بازار، میزان دسترسی به منبع مواد اولیه، میزان منابع مالی در کارخانه

(سراسری ۸۷)

## ۱۶- فرم‌های به کار رفته در طول مرحله «طراحی فرآیند» به ترتیب عبارت است از:

- ۱) لیست قطعات، برگ مشخصات فهرست کار، برگ برنامه‌ریزی عملیات، برگ مسیر تولید، نمودار فرآیند جریان
- ۲) لیست قطعات، برگ مشخصات فهرست کار، برگ برنامه‌ریزی عملیات، برگ مسیر تولید، نمودار فرآیند عملیات
- ۳) برگ مشخصات مناطق و شرایط بحرانی، برگ مشخصات فهرست کار، برگ برنامه‌ریزی عملیات، برگ مسیر تولید، نمودار فرآیند عملیات
- ۴) برگ مشخصات مناطق و شرایط بحرانی، لیست قطعات، برگ مشخصات فهرست کار، برگ برنامه‌ریزی عملیات، برگ مسیر تولید، نمودار فرآیند عملیات

(سراسری ۸۸)



۱۷- برای تهیه OPC به کدام مورد حتما نیاز داریم؟

(۱) FPC (۲) لیست قطعات (۳) نمودار مونتاژ (۴) برگ مسیر تولید

(سراسری ۸۸)

## تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۱۸- اطلاعات مربوط به ساخت و یا خرید قطعه در کدام یک از نمودارها و چارت‌های زیر موجود می‌باشد؟

(۱) چارت مونتاژ (۲) لیست مواد (۳) چارت فرآیند عملیات مرکب (۴) چارت از- به

(آزاد ۷۹)

۱۹- کدام یک از نمودار زیر بیان‌کننده‌ی شکل استقرار هستند؟

(۱) نمودار فرآیند عملیات (۲) نمودار جریان (۳) نمودار مونتاژ (۴) چارت فرآیند عملیات مرکب

(آزاد ۸۶)

۲۰- کدام یک از موارد زیر جزو کاربرد استفاده از نمودار فرآیند چندمحصولی نمی‌باشد؟

(۱) کمک به طراحی استقرار بین بخش‌ها (۲) نشان داده شدن ارتباط  
(۳) گزینه‌های ۲ و ۳ (۴) نشان دادن ترتیب ساخت و مونتاژ

(آزاد ۸۶)

۲۱- کدام یک از موارد زیر جزو مزایای ترکیب فرآیندهای واحد به حساب نمی‌آید؟

(۱) افزایش زمان ساخت مفید (۲) حفظ انعطاف‌پذیری  
(۳) حذف عملیاتی چون حمل و نقل و تاخیرها و بازرسی‌ها (۴) آسان‌تر شدن حصول شرایط بحرانی

(آزاد ۸۶)

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- با توجه به نمودار تنوع و مقدار (P-Q) و تجزیه و تحلیل جریان مواد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

- (۱) نمودار از - به جهت تجزیه و تحلیل جریان مواد برای اقلام با کمیت تولیدی پایین به کار برده می‌شود.  
(۲) نمودار فرآیند عملیات چند محصولی برای بررسی ارتباط بین محصولات استفاده می‌شود.  
(۳) نمودار از - به جهت تجزیه و تحلیل استقرار محصولی کاربرد دارد.  
(۴) نمودار فرآیند عملیات و نمودار فرآیند جریان برای تجزیه و تحلیل جریان مواد برای اقلام با کمیت تولیدی زیاد استفاده می‌شود.

## پاسخ‌نامه‌ی تشریحی فصل سوم

## پاسخ‌نامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۴)

محل اجرای طرح در انتخاب روش تولید موثر نمی‌باشد.

۲- گزینه ۲)

نمودار مونتاژ ترتیب عملیات را روی مواد نشان نمی‌دهد. شکل جریان هم FPC است که کلیه‌ی عملیات را بر روی مقیاس مناسب نشان می‌دهد. لیست قطعات نیز ترتیب عملیات را نشان نمی‌دهد.

۳- گزینه ۴)

به کتاب فرانسویس صفحه ۳۵ رجوع کنید.

۴- گزینه ۲)

چارت رابطه فعالیت‌ها، اهمیت ارتباط بخش‌ها و نزدیکی آن‌ها را نشان می‌دهد و به جریان مواد ارتباطی ندارد.

۵- گزینه ۴)

نمودار فرآیند جریان، تمامی فعالیت‌ها اعم از عملیات، بازرسی، تاخیر، انبار و حمل و نقل را نشان می‌دهد.

۶- گزینه ۴)

در سایر گزینه‌ها، اطلاعات مربوط به عملیات انجام شده روی قطعه نیز آمده است.

۷- گزینه ۳)

نمودار فرآیند عملیات، فعالیت‌هایی همچون عملیات و بازرسی محصول را در هنگام ساخت و مونتاژ نشان می‌دهد.

۸- گزینه ۳)

در واقع نمودار فرآیند عملیات، باز شده‌ی نمودار مونتاژ می‌باشد.

۹- گزینه ۳)

سایر گزینه‌ها بر نمودار فرآیند جریان دلالت دارند.

۱۰- گزینه ۲)

نمودار فرآیند عملیات هیچ ارتباطی با شدت جریان مواد ندارد.

۱۱- گزینه ۴)

۱۲- گزینه ۱)

در برگه مسیر قطعات، نام و نوع ماشین‌آلات را می‌توان یافت.

۱۳- گزینه ۴)

ترتیب و تعداد عملیات انجام شده روی یک قطعه را می‌توان از روی برگه مسیر قطعات و نمودار فرآیند عملیات به‌دست آورد.

۱۴- گزینه ۲)

نمودار مونتاژ حاوی اطلاعاتی در مورد عملیات یا روش تامین قطعات نمی‌باشد؛ اما نمودار فرآیند عملیات شامل قطعاتی است که مستقیماً بر روی هم سوار می‌شوند و قطعاتی که مورد پردازش قرار می‌گیرند.

۱۵- گزینه ۴)

مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ظرفیت یک واحد تولیدی میزان تقاضای بازار، میزان دسترسی به منبع مواد اولیه و میزان منابع مالی می‌باشد و ساختمان کارخانه و تعداد نیروی انسانی و نوع محصول تاثیر چندانی ندارند.

۱۶- گزینه ۲)

۱۷- گزینه ۴)

نمودار OPC باز شده نمودار مونتاژ است. لیست قطعات نیز شامل عملیات و بازرسی‌های انجام شده روی قطعه نمی‌باشد. از روی نمودار OPC، نمودار FPC تهیه می‌شود.

## پاسخ‌نامه‌ی آزمون آزاد

۱۸- گزینه ۲)

در لیست مواد (BOM)، اطلاعات مربوط به خرید یا ساخت قطعه موجود می‌باشد.

۱۹- گزینه ۲)

سایر گزینه‌ها نشان‌دهنده‌ی عملیات انجام شده روی قطعه می‌باشند.

۲۰- هیچ‌کدام

نمودار فرآیند چندمحصولی جهت نشان دادن ارتباطات به کار نمی‌رود، بنابراین گزینه (۲) جزو کاربردهای آن نمی‌باشد و از طرفی گزینه (۳) که حاوی گزینه (۲) است نیز می‌تواند پاسخ این سؤال باشد، به عبارت دیگر سؤال غلط می‌باشد.

۲۱- گزینه ۲)

از معایب ترکیب فرآیندهای واحد می‌توان به کاهش انعطاف‌پذیری و نیاز به ابزارآلات پیچیده‌تر اشاره کرد.

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۳)

نمودار از- به برای تجزیه و تحلیل جریان، در استقرار فرآیندی به کار می‌رود نه استقرار محصولی. در استقرار محصولی جریان مواد مستقیم است.

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل سوم

| پاسخ     | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|----------|-----|------|-----|------|-----|
| ۴        | ۱۵  | ۳    | ۸   | ۴    | ۱   |
| ۲        | ۱۶  | ۳    | ۹   | ۲    | ۲   |
| ۴        | ۱۷  | ۲    | ۱۰  | ۴    | ۳   |
| ۲        | ۱۸  | ۴    | ۱۱  | ۲    | ۴   |
| ۲        | ۱۹  | ۱    | ۱۲  | ۴    | ۵   |
| هیچ‌کدام | ۲۰  | ۴    | ۱۳  | ۴    | ۶   |
| ۲        | ۲۱  | ۲    | ۱۴  | ۳    | ۷   |

## فصل چهارم

### انتخاب ماشین آلات

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- انتخاب ماشین آلات
- مراحل انتخاب ماشین آلات
- اتوماسیون
- درجات اتوماسیون
- درجه استاندارد بودن ماشین آلات

## عوامل موثر در انتخاب ماشین آلات

- ۱- تنوع کار
  - ۲- نرخ تولید
  - ۳- هزینه‌ها (مستقیم، غیرمستقیم و پیش‌بینی نشده)
  - ۴- عوامل کیفی (سهولت استفاده، ایمنی)
- نکته** در صورتی که تنوع کار بالا باشد، انعطاف‌پذیری باید زیاد باشد که این امر نرخ تولید را پایین می‌آورد. همچنین نرخ تولید بالا، به ماشین‌آلات تخصصی نیاز دارد که انعطاف‌پذیری فرآیند را کاهش می‌دهد.
- نکته** هزینه‌های غیرمستقیم ماشین‌آلات نظیر مدیریت، لوازم یدکی و ... و هزینه‌های پیش‌بینی نشده مانند قطع برق است.

## مراحل انتخاب ماشین آلات

- ۱- مشخص کردن عملیات ساخت
- ۲- تعیین کلیات نحوه‌ی استقرار
- ۳- تعیین درجه اتوماسیون
- ۴- تعیین درجه استاندارد بودن

## اتوماسیون

- تولید محصول به طریق کاملاً اتوماتیک
- مزایای اتوماسیون عبارتند از:**
- ۱- افزایش تولید
  - ۲- کاهش هزینه‌های مربوط به نیروی کار مشغول به تولید
  - ۳- بهبود شرایط کاری
  - ۴- بالا رفتن سطح کیفی تولیدات
  - ۵- افزایش و بهبود نظم در توالی عملیات
- نکته** هرچه درجه اتوماسیون بالاتر رود، میزان انعطاف‌پذیری سیستم کاهش یافته و بر این اساس ضریب استفاده از ماشین کاهش می‌یابد.

## درجات اتوماسیون ماشین آلات

- ۱- ماشین‌های دستی مانند دریل دستی.
- نکته** ماشین‌آلات دستی به بارگذاری، تخلیه، عملیات و تنظیم توسط یک اپراتور نیاز دارند و نرخ تولید آن‌ها کم می‌باشد. ضمن آنکه هزینه‌های کمی دارند.
- ۲- ماشین‌آلات نیمه اتوماتیک مانند فرز، ماشین تراش.
- نکته** بارگذاری، تنظیم و تخلیه ماشین‌آلات نیمه اتوماتیک برعهده‌ی اپراتور است. نرخ تولید آن‌ها متوسط است.
- ۳- ماشین‌آلات اتوماتیک.
- نکته** وظیفه اپراتور فقط کنترل این ماشین‌آلات است؛ نرخ تولید آن‌ها بالاست؛ ضمن آنکه هزینه سرمایه‌ای آن نیز بالاست.

## ۴- ماشین آلات تمام اتوماتیک مانند CNC

← نکته اپراتور تنها برنامه‌ریزی دستگاه‌ها را عهده‌دار است. نرخ تولید بالا و هزینه سرمایه‌گذاری بالا، از ویژگی‌های آن است.

## درجات استاندارد بودن ماشین

## ۱- ماشین‌های استاندارد:

← نکته انعطاف‌پذیری زیاد و برآورده ساختن نیاز مصرف‌کنندگان از ویژگی‌های این دسته از ماشین‌آلات است.

## ۲- ماشین‌های عمومی یا یونیورسال:

← نکته با وجود اینکه عمومیت ماشین‌های عمومی کمتر از ماشین‌های استاندارد است؛ ولی دامنه‌ی وسیعی از محصولات را می‌توان با آن‌ها تولید کرد.

## ۳- ماشین‌آلات چندکاره:

← نکته این ماشین‌ها چند کار خاص را روی دامنه محدودی از قطعات انجام می‌دهند.

← نکته نرخ تولید بالا، هزینه سرمایه‌گذاری بالا و درجه اتوماسیون بالا، از ویژگی‌های این ماشین‌ها می‌باشد.

## ۴- ماشین‌آلات تک کاره:

← نکته این ماشین‌ها، یک کار خاص را روی تعداد محدودی از قطعات انجام می‌دهند.

← نکته نرخ تولید بالا و هزینه سرمایه‌گذاری بالا، از ویژگی‌های این ماشین‌ها می‌باشد.

## ۵- ماشین‌آلات تک منظوره:

← نکته این ماشین‌ها، یک کار خاص را روی یک قطعه خاص انجام می‌دهند.

← نکته در ظرفیت‌های بالا و دوره طولانی بالا از این ماشین استفاده می‌شود.

← نکته از بالا به پایین، درجه استاندارد بودن کم و درجه تخصصی بودن زیاد می‌شود.

← نکته در انتخاب ماشین‌آلات باید به دوره عمر تولید (محصول) توجه داشت.

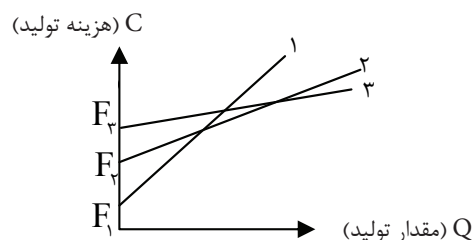
← نکته هرچه تجهیزات خاص‌تر می‌شوند، ریسک از رده خارج شدن سریع آن‌ها بالاتر است.

← نکته در انتخاب تجهیزات نیز می‌توان از نمودار  $Q-C$  (مقدار- هزینه) بهره گرفت. شکل زیر این موضوع را نشان می‌دهد.

۱: تجهیزات استاندارد و یونیورسال

۲: تجهیزات چندکاره

۳: تجهیزات تک کاره



## تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل چهارم

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

#### ۱- هرچه اتوماسیون یک ماشین بیشتر شود:

- ۱) تعداد قطعات خراب کم و ضریب استفاده ماشین کم می‌شود.
- ۲) تعداد قطعات خراب زیاد و ضریب استفاده ماشین کم می‌شود.
- ۳) تعداد قطعات خراب کم و ضریب استفاده ماشین زیاد می‌شود.
- ۴) تعداد قطعات خراب زیاد و ضریب استفاده ماشین زیاد می‌شود.

(سراسری ۶۹)

#### ۲- کدام یک از عوامل زیر جزو عوامل کیفی در انتخاب تجهیزات و ماشین‌آلات نیستند؟

- ۱) هزینه‌های عملیاتی سالیانه
- ۲) قدرت مالی شرکت در قبال خرید تجهیزات
- ۳) هزینه قطعات یدکی مورد نیاز
- ۴) روند صعودی یا نزولی قیمت تجهیزات در بازار

(سراسری ۷۲)

#### ۳- کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) ماشین‌آلات عمومی قادر هستند چند کار را همزمان روی چند قطعه انجام دهند.
- ۲) ماشین‌آلات عمومی برای انجام یک نوع عمل خاص بر روی قطعاتی محدود طراحی و ساخته می‌شوند.
- ۳) ماشین‌آلات یونیورسال (عمومی) توانایی کار در سرعت و بارهای متفاوت را داشته و می‌توانند بر روی قطعات با اشکال مختلف کار انجام دهند.
- ۴) در ماشین‌آلات عمومی، علاوه بر تعیین توالی عملیات، ابزار لازم نیز به‌طور خودکار انتخاب می‌شود.

(سراسری ۷۵)

#### ۴- کدام دسته از ماشین‌های زیر جهت تولید با تیراژ بالا مناسب‌تر است؟

- ۱) ماشین‌های نیمه اتوماتیک
- ۲) ماشین‌های عمومی
- ۳) ماشین‌های استاندارد
- ۴) ماشین‌های تک منظوره

(سراسری ۷۵ و آزاد ۸۷)

#### ۵- کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) پیوستگی استفاده از ماشین و تخصیص بیش از چند عمل به یک ماشین، ضریب استفاده از ماشین را بالا می‌برد.
- ۲) داشتن یک برنامه نگهداری و تعمیرات در صورتی که از ماشین به‌طور پیوسته استفاده شود، ضریب استفاده از ماشین را افزایش می‌دهد.
- ۳) هرچه درجه تخصصی ماشین بالاتر باشد، بدون برنامه نگهداری و تعمیرات مناسب نیز ضریب استفاده از ماشین افزایش می‌یابد.
- ۴) پیوستگی استفاده از ماشین بدون داشتن یک برنامه نگهداری و تعمیرات مناسب باعث افزایش ضریب استفاده از ماشین می‌شود.

(سراسری ۷۶)



## پاسخ‌نامه‌ی تشریحی فصل چهارم

## پاسخ‌نامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۱)

وقتی اتوماسیون یک ماشین بیشتر شود، قطعات خراب کمتری تولید می‌کند و ضریب استفاده از آن کمتر می‌شود.

۲- هیچ‌کدام

پاسخ سازمان سنجش گزینه ۱) است.

۳- گزینه ۳)

گزینه‌ی ۱) مشخصه ماشین‌های چند کاره است. گزینه‌ی ۲) مشخصه ماشین‌های تک کاره است. گزینه‌ی ۴) مشخصه ماشین‌های اتوماتیک می‌باشد.

۴- گزینه ۴)

در بین گزینه‌ها، تنها ماشین‌های تک منظوره است که جهت تولید با تیراژ بالا مناسب می‌باشد.

۵- گزینه ۲)

داشتن یک برنامه نگهداری و تعمیرات در صورتی که از ماشین به‌طور پیوسته استفاده شود، ضریب استفاده از ماشین را افزایش می‌دهد. هر چه درجه تخصصی ماشین بالاتر باشد، ضریب استفاده از ماشین کاهش می‌یابد. همچنین پیوستگی استفاده از ماشین و تخصیص بیش از چند عمل به یک ماشین می‌تواند ضریب استفاده از ماشین را کاهش دهد.

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل چهارم

| تست | پاسخ     | تست | پاسخ | تست | پاسخ |
|-----|----------|-----|------|-----|------|
| ۱   | ۱        | ۳   | ۳    | ۵   | ۲    |
| ۲   | هیچ‌کدام | ۴   | ۴    |     |      |



# فصل پنجم

## انواع طرح استقرار ماشین آلات

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- انواع طرح استقرار ماشین آلات
- استقرار محصولی
- استقرار فرآیندی
- استقرار محل ثابت
- تکنولوژی گروهی
- روش فرآیندهای پیوسته
- تکنیک انتخاب روش استقرار

## استقرار محصولی (خط تولید)

در این روش تجهیزات براساس توالی عملیات ساخت چیده می‌شوند.

در صورتی که تنوع تولید کم و حجم تولید بالا باشد، بهترین روش استقرار، محصولی است. **نکته**

در این استقرار، راندمان بر اساس کندترین ایستگاه محاسبه می‌شود. **نکته**

هرگونه تغییر در طرح محصول ممکن است منجر به تغییرات اساسی و گسترده‌ای در استقرار تجهیزات شود. **نکته**

در این نوع استقرار، معمولاً ماشین‌آلات تک کاره‌اند. بر همین اساس انعطاف‌پذیری پایین است. **نکته**

با توجه به اینکه در این استقرار ماشین‌آلات به گونه‌ای استقرار می‌یابند که فاصله‌ی بین آن‌ها حداقل است، بنابراین حمل و نقل مواد کم می‌باشد. **نکته**

در این روش به علت خرابی دستگاه یا کمبود مواد، کل خط متوقف می‌شود، پس باید برنامه‌ریزی مناسب و سیستم نگهداری و تعمیرات جامع (TPM) وجود داشته باشد. **نکته**

کاهش حجم مواد در جریان ساخت (WIP) و عدم نیاز به مهارت بالای اپراتور از ویژگی‌های برجسته این استقرار می‌باشند. **نکته**

**تست راهنما** یک شرکت مشاور برای استقرار ماشین‌آلات تولید شکر از استقرار محصولی استفاده نموده است. کدام مورد از

مجموع دلایل صحیح می‌باشد؟

- (۱) فرآیند تولید دسته‌ای، تنوع تولید کم و حجم تولید بالا  
(۲) فرآیند تولید پیوسته، تنوع تولید کم و حجم تولید بالا  
(۳) تولید سفارشی، تنوع تولید بالا و حجم تولید بالا  
(۴) تولید سفارشی، تنوع تولید کم، حجم تولید متوسط

(سراسری ۸۸)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۲

در استقرار محصولی، تنوع تولید کم و حجم آن بالا می‌باشد. همچنین فرآیند تولید در استقرار محصولی، پیوسته است.

## استقرار محل ثابت (استقرار پروژه‌ای)

در این روش، مواد، قطعات و محصول در محل ثابت بوده و بر روی آن‌ها عملیات صورت می‌گیرد. در واقع، ماشین‌آلات و تجهیزات به محل ساخت آورده می‌شوند. مثال: ساخت ناوها، کشتی‌ها، پروژه‌های عمرانی همچون سد.

از آنجایی که در این نوع استقرار، تجهیزات به صورت دوره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و اجاره‌ای تهیه می‌شوند، بنابراین هزینه ثابت استقرار (سرمایه‌گذاری) پایین و هزینه‌های متغیر تولید بالا خواهند بود. **نکته**

ماشین‌های این روش چندکاره و متحرک هستند. **نکته**

موارد کاربرد این نوع استقرار عبارتند از: **نکته**

- (۱) وقتی که ماشین‌آلات ساده باشند.  
(۲) وقتی که هزینه‌های حمل و نقل محصول زیاد است.  
(۳) وقتی که قطعات متشکله چندان زیاد نباشد.  
(۴) تولید محصولات مختلف با نرخ کم  
(۵) وقتی کارگران ماهر بوده و توانایی انجام کار را داشته باشند.

**تست راهنما** استقرار ثابت برای کدام یک از موارد زیر مناسب‌تر است؟

- (۱) کارخانه بافت و تکمیل پارچه (۲) فرآیند پالایشگاه نفت (۳) تولید خودرو (۴) ساخت یک رزم ناو

(سراسری ۸۶)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۴

## استقرار فرآیندی (کارگاهی)

در این نوع استقرار، تجهیزات مشابه در کنار هم قرار می‌گیرند و کلیه عملیات مشابه را انجام می‌دهند، بنابراین جابه‌جایی قطعات بر اساس فرآیند ساخت خواهد بود.

← نکته در تولید دسته‌ای (Batch production) از استقرار کارگاهی بهره می‌گیرند.

← نکته در استقرار فرآیندی، بیشتر از ماشین‌آلات عمومی استفاده می‌شود.

← نکته موارد کاربرد این نوع استقرار عبارتند از:

۱- تنوع محصولات بالا باشد.

۲- حجم تولید کم و یا نوسان داشته باشد.

۳- زمان انجام عملیات متغیر باشد.

۴- ماشین‌آلات سنگین و گران‌قیمت باشند.

← نکته نیاز به مهارت‌های بالای کارکنان، WIP بالا، انعطاف‌پذیری بالا، حجم بالای حمل و نقل، مشکل شدن برنامه‌ریزی و کنترل تولید و بالا

بودن هزینه‌های متغیر تولید از ویژگی‌های برجسته این استقرار می‌باشند.

**تست راهنما** کدام‌یک از مزایای زیر در اثر استقرار کارگاهی حاصل می‌گردد؟

۱) استفاده بهتر از انبار محصول نهایی، امکان تولید محصولات مختلف، حمل و نقل کمتر مواد

۲) استفاده بهتر از ماشین‌آلات، انگیزش بیشتر نیروی انسانی، امکان تولید محصولات مختلف

۳) سرمایه‌گذاری کمتر بر روی تجهیزات، امکان تولید محصولات استاندارد، حمل و نقل کمتر

۴) زمان تولید کمتر هر واحد محصول، انگیزش بیشتر نیروی انسانی، استفاده بهتر از ماشین‌آلات

(سراسری ۸۷)

← پاسخ تشریحی گزینه ۲)

در این استقرار حمل و نقل مواد بیشتر و زمان تولید هر محصول نیز بیشتر می‌باشد.

← نکته امکان تغییر توالی عملیات در استقرار محل ثابت و فرآیندی وجود دارد.

← نکته متوسط زمان تولید هر محصول در تولید فرآیندی بیشتر از روش تولید محصولی است.

## تکنولوژی گروهی (GT)

در این روش از ویژگی‌های استقرار محصولی در سیستم استقرار کارگاهی استفاده می‌شود.

← نکته در این روش تولید، هدف تولید محصولات متعدد و غیر مشابه در مقیاس زیاد می‌باشد.

← نکته برای این روش باید موارد زیر انجام شود:

۱- تعیین تشابه بین قطعات ← تشکیل خانواده قطعات بر اساس شکل ظاهری یا روش تولید یا تجهیزات مشترک یا زمان ساخت مشابه و زمان آماده‌سازی طولانی

۲- شناسایی ماشین‌آلات مورد نیاز هر خانواده ← بهره‌گیری از برگه مسیر مربوط به قطعات هر خانواده

۳- استقرار ماشین‌آلات تعیین شده برای هر خانواده

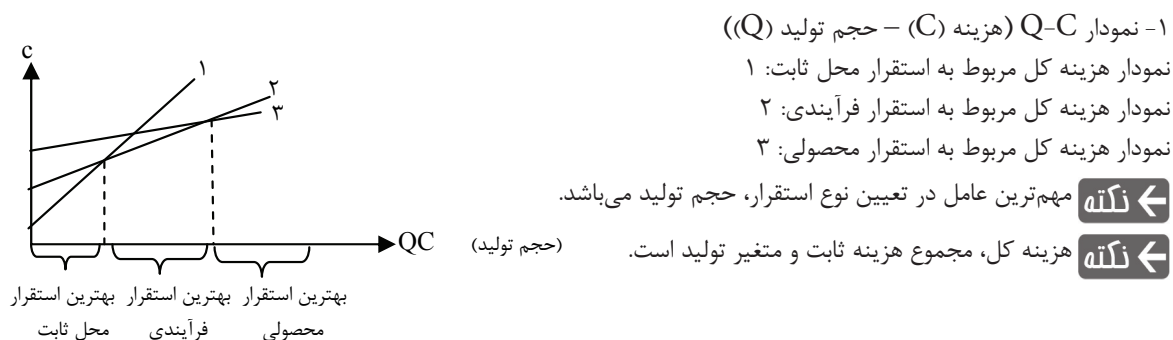
← نکته برای روش GT، استقرار خطی، استقرار محصولی و استقرار مرکزی استفاده می‌شود.

← نکته تعریف GT در تولید فرآیندی برای قطعاتی که دوره تولیدشان نسبتاً کوتاه است، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## روش فرآیندهای پیوسته

در این روش ماشین‌های مورد استفاده تک منظوره بوده و زمان تولید محصول کوتاه و ثابت است. طراحی فرآیندها به صورت محصولی صورت می‌گیرد.

## تکنیک‌های انتخاب روش استقرار



۲- نمودار P-Q (مقدار (Q) - تنوع محصول (P))

آنالیز P-Q در شرایطی که تنوع محصول نسبتاً بالا باشد، با هدف دسته‌بندی قطعات و محصولات تولیدی جهت برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

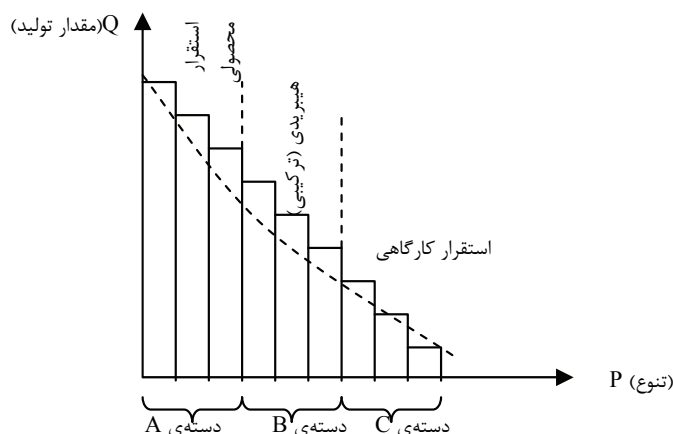
**نکته** ← آنالیز P-Q به نوعی یک تحلیل پارتو (آنالیز ABC) است.

**نکته** ← آنالیز P-Q برای تعیین نوع استقرار مطلوب محصولات تولیدی استفاده می‌شود.

**نکته** ← اگر  $\frac{Q}{P}$  بزرگ باشد، استقرار محصولی مناسب است و اگر  $\frac{Q}{P}$  کوچک باشد، از استقرار کارگاهی استفاده می‌شود.

**نکته** ← برای محصولات با تنوع کم و تولید زیاد از روش محصولی استفاده می‌شود و برای محصولات با تنوع زیاد و تولید کم از روش کارگاهی یا محل ثابت استفاده می‌شود.

**نکته** ← نمودار شکل زیر یک تحلیل پارتو جهت تعیین نوع استقرار می‌باشد.



### تست راهنما

کدام عبارت صحیح است؟ (P نشانگر کمیت و Q نشانگر تنوع تولید است)

(۱) در صورتی که نسبت  $\frac{Q}{P}$  کم باشد، از استقرار بر اساس فرآیند استفاده می‌شود.

(۲) در صورتی که  $\frac{Q}{P}$  بالا باشد، از استقرار بر اساس فرآیند استفاده می‌شود.

(۳) در صورتی که  $\frac{Q}{P}$  بالا باشد، از استقرار گروهی استفاده می‌شود.

(۴) در صورتی که  $\frac{Q}{P}$  پایین باشد، از استقرار بر اساس خط استفاده می‌شود.

(سراسری ۷۵)

### پاسخ تشریحی

گزینه‌های ۲ و ۴)

اگر  $\frac{Q}{P}$  کم باشد، تنوع کم و مقدار تولید زیاد می‌باشد؛ بنابراین استقرار براساس خط تولید استفاده می‌شود. اگر  $\frac{Q}{P}$  بالا باشد، یعنی تنوع زیاد و مقدار تولید کم است؛ پس از روش استقرار کارگاهی یا فرآیندی استفاده می‌گردد. پاسخ سازمان سنجش گزینه (۲) است.

## تست‌های طبقه‌بندی شده‌ی فصل پنجم

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- کارخانه‌ای استقرار ماشین‌آلات خود را به سه روش کارگاهی، ترکیبی و خط تولید بررسی می‌کند، هزینه ثابت برای خط تولید ۴۶ برابر کارگاهی و برای ترکیبی ۱۰ برابر کارگاهی است. هزینه متغیر تولید در سیستم کارگاهی ۱۰ برابر خط تولید و برای ترکیبی ۴ برابر خط تولید است، معلوم کنید میزان تولید برای وقتی که تصمیم به ایجاد خط تولید گرفته باشیم؛ چند برابر میزان در وقتی است که تصمیم به ایجاد ترکیبی گرفته باشیم؟

(۱) ۲ برابر (۲) ۱۰ برابر (۳) ۸ برابر (۴) هیچ کدام (سراسری ۶۹)

۲- کدام گزینه زیر صحیح نیست؟

(۱) سیکل تولیدی در طراحی استقرار بر اساس محصول از سیکل تولیدی در طراحی استقرار بر اساس فرآیند، کوتاه‌تر است.  
(۲) هزینه سرمایه‌گذاری در طراحی استقرار محصول از هزینه سرمایه‌گذاری در طراحی استقرار بر اساس فرآیند، کمتر است.  
(۳) قابلیت انعطاف در تغییر محصول در طراحی استقرار بر اساس فرآیند به مراتب بیشتر از طراحی استقرار بر اساس محصول است.  
(۴) برنامه‌ریزی و کنترل در طراحی استقرار بر اساس محصول به مراتب آسان‌تر از برنامه‌ریزی و کنترل در طراحی استقرار بر اساس فرآیند است. (سراسری ۷۳)

۳- کدام یک از عبارات زیر صحیح نیست؟

(۱) یکی از مزایای استقرار بر اساس محصول نسبت به طرح استقرار بر اساس فرآیند ساخت، پایین بودن هزینه‌ی متغیر تولید است.  
(۲) یکی از مزایای طرح استقرار بر اساس فرآیند نسبت به طرح استقرار بر اساس محصول، کوتاه‌تر بودن زمان سیکل تولید است.  
(۳) در طراحی استقرار بر اساس "ثابت بودن محصول" ابزار و تجهیزات روی محصول حرکت می‌کند.  
(۴) در طراحی استقرار بر اساس تکنولوژی گروهی، بخش‌های تولیدی بر اساس قطعات با فرآیند ساخت همگون مستقر می‌شوند. (سراسری ۷۴)

۴- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد روش طراحی بر اساس فرآیند تولید (روش کارگاهی) صدق نمی‌کند؟

(۱) جهت میزان تولید کم یا متوسط مناسب است.  
(۲) میزان موجودی در جریان ساخت کاهش می‌یابد.  
(۳) میزان سرمایه‌گذاری روی ماشین‌آلات کاهش می‌یابد. (نسبت به روش طراحی بر اساس محصول)  
(۴) کنترل و نظارت بر تولید ساده‌تر است. (نسبت به روش طراحی بر اساس محصول) (سراسری ۷۵)

۵- برای محصولات تولیدی یک کارخانه آنالیز ABC انجام گرفته است. برای آن دسته از محصولاتی که در کلاس A قرار گرفته‌اند؛ چه نوع استقرار را پیشنهاد می‌کنید؟

(۱) ثابت (۲) بر اساس تکنولوژی گروهی (۳) محصولی (۴) کارگاهی (سراسری ۷۸)

۶- در انتخاب استقرار محصولی کدام گزینه صحیح است؟

(۱) انعطاف‌پذیری خط تولید زیاد و حجم تولید بالا است.  
(۲) انعطاف‌پذیری خط تولید کم و حجم تولید نیز پایین است.  
(۳) سیستم‌های برنامه‌ریزی و کنترل تولید این نوع استقرار پیچیده است.  
(۴) کل زمان تولید برای واحد محصول کم است و موجودی حین تولید در سطح کمتری است. (سراسری ۷۹)

۷- در مورد شکل منحنی محصول - مقدار، کدام عبارت صحیح است؟

(۱) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار از مرکز مختصات دور باشد؛ طرح بر مبنای محصول با تولید متوسط انجام می‌گیرد.  
(۲) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار به مرکز مختصات نزدیک باشد؛ طرح برای یک نوع محصول با تولید متوسط انجام می‌گیرد.  
(۳) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار از مرکز مختصات دور باشد؛ تنها از روش استقرار بر اساس خط استفاده خواهد شد.  
(۴) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار به مرکز مختصات نزدیک باشد؛ تنها از روش استقرار بر اساس محصول استفاده خواهد شد. (سراسری ۷۹)



## ۸- کدام گزینه در مورد سیستم تولید کارگاهی (job shop) با استقرار فرآیندی، صحیح است؟

- (۱) موجودی نیمه ساخته کمتری دارد.
- (۲) نسبت به تغییرات بازار خیلی جواب‌گو است.
- (۳) استفاده بیشتری از نیروی انسانی و تجهیزات می‌شود.
- (۴) هزینه یک واحد محصول تولید شده کمتر از سیستم تولید خط مستقیم است.

(سراسری ۸۰)

## ۹- در مورد استقرار بر اساس محصول، تجهیزات حمل و نقل در مسیر:

- (۱) متغیر و مسافت طی شده بیشتر است.
- (۲) ثابت و مسافت طی شده بیشتر است.
- (۳) متغیر و مسافت طی شده کوتاه است.
- (۴) ثابت و مسافت طی شده کوتاه است.

(سراسری ۸۱)

## ۱۰- عمده دلیل استفاده از استقرار محصولی برای تولید محصول، چه می‌باشد؟

- (۱) زمان تولید کمتر محصول
- (۲) جلوگیری از توقف خط تولید
- (۳) سرمایه‌گذاری کمتر در ماشین‌آلات صنعتی
- (۴) انعطاف‌پذیری بیشتر ماشین‌آلات

(سراسری ۸۲)

## ۱۱- کدام جمله صحیح است؟

- (۱) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار از مرکز مختصات دور باشد، استقرار فرآیندی با تولید کم انجام می‌شود.
- (۲) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار به مرکز مختصات نزدیک باشد، استقرار فرآیندی با تولید انجام می‌گیرد.
- (۳) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار از مرکز مختصات دور باشد، تنها از روش استقرار محصولی با تولید متوسط استفاده خواهد شد.
- (۴) در صورتی که شکل منحنی محصول - مقدار به مرکز مختصات نزدیک باشد، تنها از روش استقرار محصولی با تنوع محصول بالا استفاده خواهد شد.

(سراسری ۸۳)

## ۱۲- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد استقرار فرآیندی صحیح است؟

- (۱) کل زمان تولید کوتاه‌تر است، انعطاف‌پذیری بیشتری دارد و نیاز به نیروی انسانی ماهر ندارد.
- (۲) رضایت شغلی حاصل می‌شود، استفاده از تجهیزات کمتر است و فضای کمتری لازم دارد.
- (۳) نظارت خاص لازم است و استفاده از تجهیزات بیشتر است، مقدار WIP (موجودی نیمه‌ساخته) بیشتری دارد.
- (۴) نیاز به نیروی انسانی ماهر دارد، سرمایه‌گذاری زیاد و برنامه‌ریزی و کنترل تولید بیشتری لازم دارد.

(سراسری ۸۴)

## ۱۳- کدام عبارت در ارتباط با نمودار تعداد- محصول صحیح می‌باشد؟

- (۱) تعداد کمی از محصولات دارای میزان تولید کمی می‌باشند که پیشنهاد می‌شود برای استقرار فعالیت‌های مربوط به آن‌ها از استقرار محصولی استفاده گردد.
- (۲) تعداد زیادی از محصولات دارای میزان تولید زیاد می‌باشند که پیشنهاد می‌شود برای استقرار فعالیت‌های مربوط به آن‌ها از استقرار کارگاهی استفاده گردد.
- (۳) تعداد کمی از محصولات دارای میزان تولید زیادی می‌باشند که پیشنهاد می‌شود برای استقرار فعالیت‌های مربوط به آن‌ها از استقرار محصولی استفاده گردد.
- (۴) تعداد زیادی از محصولات دارای میزان تولید زیادی می‌باشند که پیشنهاد می‌شود برای استقرار فعالیت‌های مربوط به آن‌ها از استقرار محصولی استفاده گردد.

(سراسری ۸۵)

## ۱۴- کارخانه‌ای که به تولید قطعات مختلف از مواد اولیه می‌پردازد و در ادامه نسبت به مونتاژ قطعات تولیدی و خریداری شده به محصول نهایی اقدام می‌نماید. در این کارخانه به طور کلی چه استقرار وجود دارد؟

- (۱) ثابت
- (۲) کارگاهی
- (۳) خطی (محصولی)
- (۴) ترکیبی (هیبریدی)

(سراسری ۸۷)

## ۱۵- همان‌گونه که می‌دانید قطعات الکترونیکی همچون قطعات رایانه به سرعت در بازار رشد کرده و به سرعت هم از بازار خارج می‌شوند، یک شرکت در صدد تولید قطعات الکترونیکی از این نوع می‌باشد؛ چه نوع استقرار برای این دسته از محصولات مناسب‌تر است؟ (فرض کنید تنوع تولید متوسط و حجم تولید نیز متوسط باشد)

- (۱) استقرار ثابت
- (۲) استقرار محصولی
- (۳) استقرار فرآیندی
- (۴) استقرار بر اساس تکنولوژی

(سراسری ۸۸)

## تست های آزمون دانشگاه آزاد

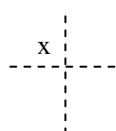
۱۶- در سیستم های قابل انعطاف تولیدی از کدام یک از روش های استقرار بیشتر استفاده می شود؟

- (۱) استقرار تکنولوژی گروهی (۲) استقرار فرآیندی (۳) استقرار محصولی (۴) استقرار خطی (آزاد ۷۹)

۱۷- در کدام یک از مفاهیم تولیدی زیر از کانبان استفاده می شود؟

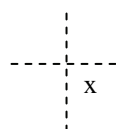
- (۱) سیستم های سنتی تولید (۲) سیستم های موجودی قابل انعطاف (۳) سیستم های استقرار خطی (۴) سیستم تولید به موقع (آزاد ۷۹)

۱۸- اگر به نمودار  $P - Q$  توجه کنید و این نمودار را به چهار قسمت تقسیم کنیم، خانه سمت چپ بالا نشان دهنده ی چه مشخصه ای است؟



- (۱) تنوع زیاد و کمیت زیاد (۲) تنوع زیاد و کمیت کم (۳) تنوع کم محصول و کمیت بالا (۴) تنوع کم و کمیت زیاد (آزاد ۷۹)

۱۹- با توجه به نمودار  $P - Q$  چه نوع استقراری را برای موقعیت خانه ی دست راست پایین پیشنهاد می کنید؟



- (۱) استقرار کارگاهی (۲) استقرار خطی (۳) استقرار محصولی (۴) استقرار ثابت (آزاد ۷۹)

۲۰- کدام یک از روش های استقرار زیر در زمانی که حجم تولید بالا بوده و تنوع محصولات کم باشد، اقتصادی تر است؟

- (۱) تولید کارگاهی (۲) تولید محصولی (۳) تولید پیوسته (۴) تولید سفارشی (آزاد ۷۹)

۲۱- در کدام یک از روش های استقرار زیر سرعت تولید بیشتر است؟

- (۱) استقرار کارگاهی (۲) استقرار محصولی (۳) استقرار سفارشی (۴) استقرار ثابت (آزاد ۸۰)

۲۲- با استفاده از چارت  $P - Q$  در صورتی که تنوع محصول زیاد و کمیت آن کم باشد، از چه نوع خط استقرار استفاده می شود؟

- (۱) کارگاهی (۲) محصولی (۳) GT (۴) سلولی (آزاد ۸۱)

۲۳- منظور از FMS چیست؟

- (۱) سیستم های غیر انعطاف پذیر (۲) از کارافتادگی سریع (۳) سیستم های استاندارد ISO (۴) سیستم های انعطاف پذیر تولیدی (آزاد ۸۱)

۲۴- کدام یک از موارد زیر جزو خصوصیات سیستم های تولیدی زنجیری به شمار می آید؟

- (۱) تنوع محصولات در این سیستم ها زیاد است. (۲) سیستم حمل و نقل ساده است. (۳) در این روش جهت فرمت دهی به مشتری از سیستم make to order استفاده می شود. (۴) در این روش انعطاف پذیری زیاد است. (آزاد ۸۶)

۲۵- در کدام یک از روش های طراحی استقرار، تجهیزات با فعالیت های مشابه با هم گروه بندی می شوند؟

- (۱) طراحی استقرار بر مبنای محصول (۲) طراحی استقرار بر مبنای فرآیند (۳) طراحی استقرار بر مبنای تکنولوژی گروهی (۴) طراحی استقرار ثابت (آزاد ۸۸)

۲۶- دو کارخانه A و B محصولات مشابه تولید می کنند، هزینه واحد تولید شده در کارخانه مساوی شده است. با توجه به معادلات

$$TC(A) = 35000 + 5Q \quad TC(B) = 17000 + 25Q$$

- (۱) ۴۳/۳۳ (۲) ۴۳/۸۳ (۳) ۴۸/۳۸ (۴) ۴۳/۸۸ (آزاد ۸۸)

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- یک شرکت برای تولید محصول جدید می‌باید نوعی از فرآیند را از میان سه گزینه موجود انتخاب کند. داده‌های مربوط به هزینه هر یک از سه گزینه در زیر آمده است. برای چه تعداد تقاضا فرآیند B انتخاب می‌گردد؟

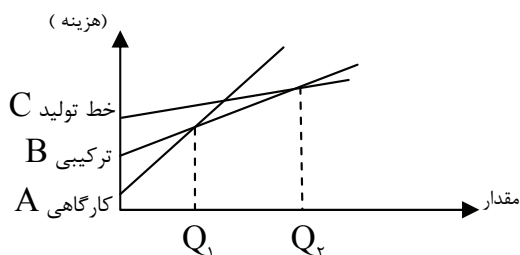
| فرآیند C | فرآیند B | فرآیند A |                                     |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|
| ۱۰۰۰۰    | ۵۰۰۰     | ۲۰۰۰     | هزینه ثابت (تومان)                  |
| ۱۵۰      | ۲۰۰      | ۵۰۰      | هزینه متغیر به ازای هر واحد (تومان) |

- (۱) بین ۱۶۰ تا ۱۰۰۰ واحد
- (۲) بین ۱۵۰ تا ۵۰۰ واحد
- (۳) کمتر از ۱۵۰ واحد
- (۴) بیش از ۱۰۰۰ واحد

## پاسخنامه‌ی تشریحی فصل پنجم

## پاسخنامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۳



$$\begin{cases} F_C = 46F_A \\ F_B = 10F_A \\ V_A = 10V_C \\ V_B = 4V_C \end{cases}$$

در محل تقاطع خط تولید و ترکیبی

$$\begin{aligned} F_B + V_B Q_2 &= F_C + V_C Q_2 \\ 10F_A + 4V_C Q_2 &= 46F_A + V_C Q_2 \\ 3V_C Q_2 &= 36F_A \Rightarrow V_C Q_2 = 12F_A \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{3F_A}{12F_A} = \frac{2V_C Q_1}{V_C Q_2} \Rightarrow Q_2 = 8Q_1$$

در محل تقاطع کارگاهی و ترکیبی

$$\begin{aligned} F_A + V_A Q_1 &= F_B + V_B Q_1 \\ F_A + 10V_C Q_1 &= 10F_A + 4V_C Q_1 \\ 6V_C Q_1 &= 9F_A \Rightarrow 2V_C Q_1 = 3F_A \end{aligned}$$

بنابراین  $Q_2$ ، ۸ برابر  $Q_1$  می‌باشد.

۲- گزینه ۲

هزینه سرمایه‌گذاری در طراحی استقرار محصول بیشتر از استقرار فرآیندی است؛ چون درجه اتوماسیون ماشین‌آلات بالا رفته و درجه استاندارد آن کمتر می‌شود. بنابراین تجهیزات خاص‌تر شده و تعداد آن‌ها بیشتر می‌شود و هزینه سرمایه‌گذاری برای آن‌ها بالا می‌رود.

۳- گزینه ۲

زمان تولید محصول در استقرار محصولی به نسبت کمتر از استقرار فرآیندی است.

۴- گزینه ۴

اگر چه گزینه‌ی (۲) هم صحیح است؛ زیرا میزان موجودی در جریان ساخت استقرار فرآیندی نسبت به استقرار محصولی افزایش می‌یابد؛ اما نسبت به سایر روش‌ها محل ثابت، job shop کمتر می‌باشد و نظارت و کنترل بر تولید در استقرار فرآیندی به نسبت مشکل‌تر از استقرار محصولی است.

۵- گزینه ۳

۶- گزینه ۴

در استقرار محصولی، انعطاف‌پذیری خط تولید کم، حجم تولید زیاد، تنوع تولید کم، سیستم‌های برنامه‌ریزی و کنترل تولید ساده‌تر و کل زمان تولید برای واحد محصول کم است و موجودی حین تولید در سطح کمتری است.

۷- گزینه ۴

هر چه به مرکز مختصات نزدیک شویم، تنوع محصول کم و حجم تولید زیاد می‌گردد؛ بنابراین استقرار باید محصولی باشد.

۸- گزینه ۲)

بقیه موارد، در مورد سیستم تولید کارگاهی صدق نمی‌کند.

۹- گزینه ۳)

در استقرار بر اساس محصول، جریان مواد مشخص و ثابت می‌باشد، بنابراین می‌توان از تجهیزات ثابت استفاده کرد که مسافت طی شده توسط آن‌ها بیشتر است.

۱۰- گزینه ۱)

در استقرار محصولی به دلیل حجم تولید زیاد و تنوع کم باید زمان تولید کوتاه باشد.

۱۱- گزینه ۱)

هرچه از مرکز مختصات دور شویم، تنوع محصولات افزایش یافته و میزان تولید کاهش می‌یابد بنابراین استقرار باید فرآیندی باشد. هرچه به مرکز مختصات نزدیک شویم، تنوع محصول کم و حجم تولید زیاد می‌گردد پس استقرار باید محصولی باشد.

۱۲- گزینه ۳)

استقرار فرآیندی تنوع تولید زیاد و حجم تولید کم می‌باشد. نیاز به نیروی انسانی ماهر می‌باشد. استفاده از ماشین‌آلات بیشتر و نظارت خاص‌تری لازم است. مقدار WIP بیشتری دارد. سرمایه‌گذاری کمتری به دلیل استاندارد و عمومی بودن ماشین‌آلات نیاز دارد. زمان تولید بیشتر و انعطاف‌پذیری بیشتر است.

۱۳- گزینه ۳)

در استقرار محصولی، تعداد کمی از محصولات در حجم زیاد تولید می‌شود. در استقرار فرآیندی تعداد زیادی از محصولات در حجم کم تولید می‌شود.

۱۴- گزینه ۴)

جهت تولید قطعات مختلف از مواد اولیه از استقرار کارگاهی استفاده می‌شود و در مونتاژ قطعات تولیدی و خریداری شده از استقرار محصولی (خطی) باید استفاده شود. بنابراین استقرار باید ترکیبی از محصولی و کارگاهی باشد.

۱۵- گزینه ۴)

چون تنوع و حجم تولید متوسط است، باید از استقرار GT استفاده کرد.

### پاسخ‌نامه‌ی آزمون آزاد

۱۶- گزینه ۱)

سیستم استقرار تکنولوژی گروهی دارای انعطاف‌پذیری بالایی بوده و در سیستم‌های تولید متنوع در حجم بالا هم کاربرد دارد.

۱۷- گزینه ۴)

کانبان یکی از مفاهیم تولیدی سیستم‌های تولید به موقع (Just in time) می‌باشد.

۱۸- گزینه ۲)

در نمودار  $P-Q$  اگر  $P$ ، تنوع و  $Q$ ، حجم تولید را نشان دهد، ناحیه مورد نظر سؤال تنوع زیاد و تولید کم می‌باشد.

۱۹- گزینه ۳)

در نمودار  $P-Q$  اگر  $P$ ، تنوع و  $Q$ ، حجم تولید را نشان دهد، ناحیه مورد نظر سؤال تنوع کم و تولید بالا می‌باشد که مربوط به استقرار محصولی است.

۲۰- گزینه ۲)

در حجم تولید بالا و تنوع کم، تولید محصولی مقرون به صرفه‌تر می‌باشد.

۲۱- گزینه ۲)

در استقرار محصولی سرعت تولید بالاست تا بتواند محصول را در حجم بالا و تنوع کم تولید نماید.

۲۲- گزینه ۳)

هنگامی که تنوع تولید زیاد و کمیت تولید کم باشد؛ می‌توان از استقرار تکنولوژی گروهی بهره برد.

۲۳- گزینه ۴)

FMS همان سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر (Flexible Manufacturing system) است.

۲۴- گزینه ۲)

سیستم حمل و نقل ساده، انعطاف‌پذیری کم، تنوع کم محصول و ساخت برای انبار، از ویژگی‌های سیستم‌های تولید زنجیری است.

۲۵- گزینه ۳)

در استقرار بر مبنای تکنولوژی گروهی، تجهیزات با فعالیت‌های مشابه با هم گروه‌بندی می‌شوند.

۲۶- گزینه ۴)

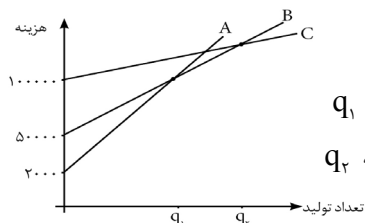
$$\text{هزینه واحد تولید شده} = \frac{\text{هزینه کل (متغیر + ثابت)}}{\text{میزان تولید}} = \frac{TC(Q)}{Q} = \frac{395000}{9000} = 43/88$$

$$\frac{TC(A)}{Q} = \frac{TC(B)}{Q} \Rightarrow 350000 + 5Q = 170000 + 25Q$$

$$20Q = 180000$$

### پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۱)



برای به‌دست آوردن نقاط  $q_1$  و  $q_2$  خطوط A و C را با خط B قطع می‌کنیم.

$$q_1: \text{نقطه } A, B \rightarrow 5000 + 200x = 2000 + 500x \rightarrow x = 160$$

$$q_2: \text{نقطه } B, C \rightarrow 5000 + 200x = 1000 + 150x \rightarrow x = 1000$$

### پاسخ کلیدی سؤالات فصل پنجم

| پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|------|-----|------|-----|------|-----|
| ۳    | ۱۹  | ۱    | ۱۰  | ۳    | ۱   |
| ۲    | ۲۰  | ۱    | ۱۱  | ۲    | ۲   |
| ۲    | ۲۱  | ۳    | ۱۲  | ۲    | ۳   |
| ۳    | ۲۲  | ۳    | ۱۳  | ۴    | ۴   |
| ۴    | ۲۳  | ۴    | ۱۴  | ۳    | ۵   |
| ۲    | ۲۴  | ۴    | ۱۵  | ۴    | ۶   |
| ۳    | ۲۵  | ۱    | ۱۶  | ۴    | ۷   |
| ۴    | ۲۶  | ۴    | ۱۷  | ۲    | ۸   |
|      |     | ۲    | ۱۸  | ۳    | ۹   |

## فصل هشتم

### محاسبه تعداد ماشین آلات

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- محاسبه تعداد ماشین آلات
- تخمین خرابی
- محاسبه تعداد ماشین آلات مورد نیاز

## محاسبه خرابی (افت در خط تولید)

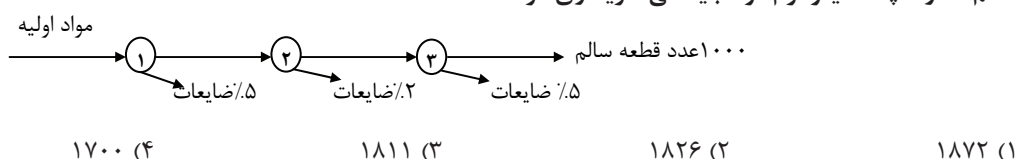
یک محصول پس از خروج از هر مرحله تولید یا سالم است یا معیوب. با دوباره کاری بر روی برخی از اقلام معیوب می توان برخی از آن ها را به اقلام سالم تبدیل کرد. البته این دوباره کاری می تواند یک بار یا بیشتر صورت گیرد. بنابراین کافی است احتمال سالم ماندن قطعه محاسبه شود تا بتوان مقدار مجهول ورودی به فرآیند یا خروجی از فرآیند را محاسبه نمود.

← نکته خرابی در مراحل تولید، بر تعداد ماشین آلات اثر گذار می باشد.

← نکته برای انجام محاسبات مربوط به خرابی بهتر است از گره ای که مقدار مشخصی دارد، شروع کرده و معادلات مربوط به آن نوشته شود.

**تست راهنما** قطعه ای تحت سه مرحله روی ۳ ماشین ساخته می شود. دیگرام فرآیند ساخت به صورت زیر نشان داده شده است.

تعداد قطعه سالم مورد نیاز ۱۰۰۰ عدد است، چنانچه مواد اولیه مورد نیاز برای تولید هر قطعه ۱/۷ کیلوگرم باشد، برای تامین ۱۰۰۰ قطعه سالم حدوداً چند کیلوگرم مواد بایستی خریداری کرد؟



(سراسری ۸۱)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۲

$N$ : تعداد قطعه ی سالم

$X_i$ : ورودی به مرحله  $i$  ام

$p_i$ : احتمال معیوب بودن قطعه در مرحله  $i$  ام

$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه} = (1 - p_1) \times (1 - p_2) \times (1 - p_3)$$

$$N = X_1 \times \text{احتمال سالم ماندن قطعه}$$

$$X_1 = \frac{1000}{(1 - 0.05)(1 - 0.02)(1 - 0.05)} = 1074/1$$

$$\text{مواد اولیه مورد نیاز} = 1074/1 \times 1/7 = 1825/8 \approx 1826$$

**تست راهنما** قطعه ای تحت یک مرحله ساخته می شود. نیاز به این قطعه ۱۸۰ عدد در هر شیفت کاری است. احتمال اینکه هر قطعه

در هر مرحله کار، سالم تولید شود، ۹۰٪ است. با احتمال ۵۰٪، قطعه معیوب جهت دوباره کاری برگردانده می شود. دوباره کاری هر قطعه فقط ۲ بار امکان پذیر است. حدوداً چه تعداد قطعه ورودی به مرحله کار جواب گوی ۱۸۰ عدد قطعه سالم است؟

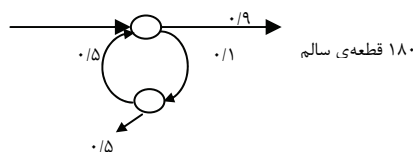
۱۸۸ (۱)      ۱۹۰ (۲)      ۱۹۲ (۳)      ۱۹۴ (۴)

(سراسری ۸۱)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۲

فرآیند این قطعه با توجه به صورت سؤال به صورت زیر است:



$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه} = 0/9 + \underbrace{0/1 \times 0/5 \times 0/9}_{\text{یکبار دوباره کاری}} + \underbrace{0/1 \times 0/5 \times 0/1 \times 0/5 \times 0/9}_{\text{دوبار دوباره کاری}} = 0/94725$$

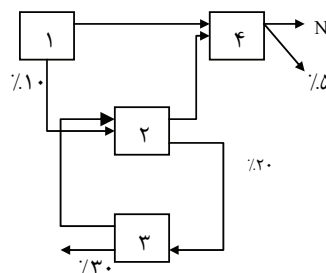
$$\text{تعداد قطعه ورودی} = \frac{180}{0/94725} = 190/02 \approx 190$$



## تست راهنما

خط تولید ترکیبی زیر شامل ۴ ایستگاه است که مقادیر درصد تولیدات معیوب مربوط به ۴ ایستگاه در جدول زیر نشان داده شده است. اگر میزان مواد اولیه ورودی به خط تولید (M) برابر ۱۰۰/۰۰۰ واحد باشد، میزان خروجی سالم از خط تولید (N) برابر چقدر خواهد بود؟

| ایستگاه            | ۱  | ۲  | ۳  | ۴ |
|--------------------|----|----|----|---|
| درصد تولیدات معیوب | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۵ |



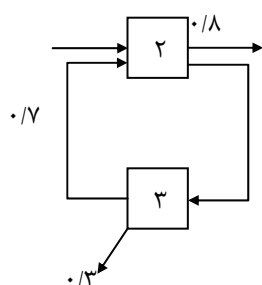
- (۱) ۹۲۳۸۹  
(۲) ۹۳۴۶۶  
(۳) ۹۴۳۳۶  
(۴) ۹۴۷۲۱

(سراسری ۸۴)

## پاسخ تشریحی

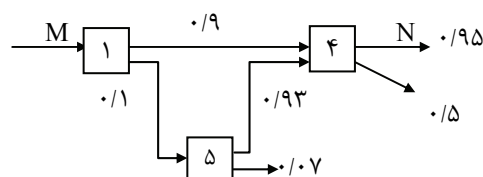
گزینه ۳

ابتدا بخش‌های ۲ و ۳ در هم ادغام می‌شود و به بخش ۵ تبدیل می‌شود.



$$\text{احتمال سالم ماندن} = \frac{0.1}{1 - 0.2 \times (1 - 0.3)} = 0.93$$

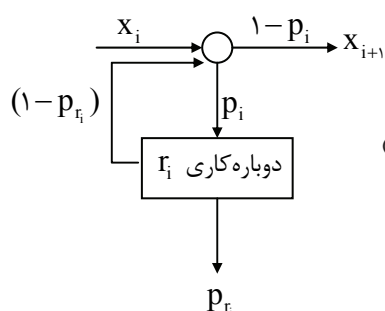
دوباره کاری در مرحله (۳) نامحدود می‌باشد.



$$\text{احتمال سالم ماندن} = 0.9 \times 0.95 + 0.1 \times 0.93 \times 0.95 = 0.94335$$

$$N = 1000 \times 0.94335 = 94336$$

← نکته اگر فرآیند تولید به شکل زیر و دوباره کاری‌ها نامحدود باشند، آن‌گاه احتمال سالم ماندن برابر است با:

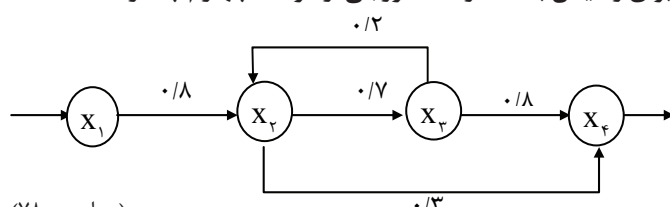


$$p = (1 - p_i) + p_i(1 - p_i)(1 - p_i) + \dots + p_i^k(1 - p_i)^k(1 - p_i)$$

$$\xrightarrow{\text{محاسبه ی سری هندسی}} p \approx \frac{1 - p_i}{1 - p_i(1 - p_i)}$$

## تست راهنما

در خط جریان زیر مقدار ورودی به مرحله اول برای رسیدن به ۱۰۰۰ واحد خروجی از مرحله چهارم چقدر است؟



- (۱) ۱۰۰۰  
(۲) ۲۰۰۰  
(۳) ۱۲۵۰  
(۴) ۲۲۵۰

(سراسری ۷۸)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۳

$$\begin{cases} X_4 = 1000 \\ X_4 = 0.3X_3 + 0.1 \times 0.7X_3 = 0.86X_3 \\ X_3 = 0.8X_2 + 0.2X_2 \\ X_2 = 0.7X_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_3 = 1162/79 \\ X_2 = 813/95 \\ X_1 = 1249/99 \approx 1250 \end{cases}$$

## تست راهنما

محصولی از سه قطعه  $X_1$ ،  $X_2$  و  $X_3$  تشکیل شده است. که ضریب مصرف آن‌ها در محصول به ترتیب ۳، ۱ و ۲

می‌باشد. توالی عملیات انجام شده روی این قطعات به صورت زیر می‌باشد، اگر نیاز ماهانه این محصول ۵۰۰ عدد باشد، میزان جابه‌جایی بین ماشین  $C-E$  و  $C-B$  بدون در نظر گرفتن مقدار ضایعات در ماه چقدر است؟

$$x_3 = ADECBF, x_2 = ACBDEF, x_1 = ADCEF$$

$$(4) 1500, 3000$$

$$(3) 1000, 1500$$

$$(2) 1500, 2500$$

$$(1) 1000, 1000$$

(سراسری ۸۵)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۲

در جابه‌جایی بین ماشین  $C-B$ : قطعات  $X_2$  و  $X_3$  با ضریب ۱ و ۲

$$C-B \text{ میزان جابه‌جایی} = 1 \times 500 + 2 \times 500 = 1500$$

در جابه‌جایی بین ماشین  $C-E$ : قطعات  $X_1$  و  $X_3$  با ضرایب ۳ و ۲

$$C-E \text{ میزان جابه‌جایی} = 3 \times 500 + 2 \times 500 = 2500$$

## محاسبه ماشین‌آلات

$F_n$ : کسر ماشین مورد نیاز برای عمل  $n$  ام

$$F_n = \frac{P_n \cdot T_n}{H_n \cdot U_n}$$

$P_n$ : تعداد قطعه مورد نیاز برای هر عمل (تقاضا یا ظرفیت)

$T_n$ : زمان استاندارد انجام عمل

$H_n$ : زمان در دسترس

$U_n$ : ضریب استفاده (بهره‌وری) ماشین

(درصد بیکاری‌های مجاز + ۱)  $\times$  ضریب عملکرد  $\times$  زمان پایه = زمان استاندارد هر عمل

زمان نرمال هر عمل

نکته عوامل موثر بر  $U_n$ 

(۱) اتوماسیون: با بالا رفتن درجه اتوماسیون،  $U_n$  کاهش می‌یابد.

(۲) پیوستگی کاری: هر چه استفاده از ماشین پیوسته‌تر باشد و وقفه کاری نداشته باشیم،  $U_n$  کاهش می‌یابد.

(۳) سیاست نگهداری و تعمیرات (نت): هر چه سیستم، نت قوی تری داشته باشد،  $U_n$  افزایش می‌یابد.

(۴) زمان آماده‌سازی: هر چه زمان آماده‌سازی بیشتر باشد،  $U_n$  کمتر شده و زمان کار ماشین نیز کم می‌شود.

$T_s$ : زمان آماده‌سازی

$T_p$ : زمان در دسترس

$$U'_n = \frac{U_n}{1 + \frac{T_s}{T_p}}$$

$\frac{T_s}{T_p}$ : بیانگر درصد زمانی است که صرف آماده‌سازی می‌شود.

## نکته برای در نظر گرفتن زمان‌های آماده‌سازی، روش‌های زیر استفاده می‌شود:

(۱) زمان‌های آماده‌سازی در داخل زمان عملیات لحاظ می‌شود. البته باید زمان آماده‌سازی برای هر قطعه وجود داشته باشد.

$$T_n = T_{\text{product}} + T_{\text{setup}}$$

می‌توان زمان آماده‌سازی هر قطعه را با سرشکن کردن زمان آماده‌سازی کل بر قطعات محاسبه نمود.

(۲) آماده‌سازی از کل زمان در دسترس کم شود.

مورد کاربرد: وقتی آماده‌سازی یک‌باره و در ابتدا یا در زمان‌های مشخصی صورت گیرد.

(۳) تعدیل  $U_n$  به  $U'_n$

### تست راهنما کدام عبارت در مورد ضریب استفاده از ماشین (μ) صحیح است؟

- (۱) ضریب استفاده از ماشین با افزایش اضافه کاری کاهش پیدا می کند.
- (۲) با افزایش بیکاری های مجاز، ضریب استفاده کاهش پیدا نمی کند.
- (۳) با افزایش بیکاری های مجاز، ضریب استفاده کاهش پیدا می کند.
- (۴) ضریب استفاده از ماشین همواره ثابت است و به شرایط کار در کارگاه بستگی ندارد.

(سراسری ۸۵)

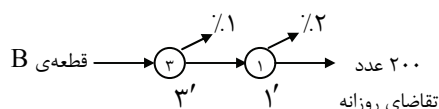
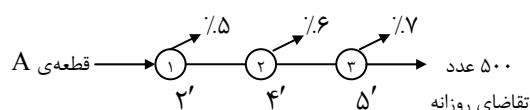
### پاسخ تشریحی

گزینه ۳

با افزایش بیکاری های مجاز، ضریب استفاده ماشین کاهش می یابد.

### تست راهنما برای تولید قطعات A و B به سه ماشین ۱، ۲ و ۳ نیاز است که ترتیب مراحل انجام کار، تقاضای روزانه هر قطعه،

زمان انجام عملیات به دقیقه و درصد خرابی به صورت شکل زیر می باشد. روز کاری ۸ ساعت است. در روز ۴۵ دقیقه برای غذا و استراحت و ۱۵ دقیقه صرف راه اندازی ماشین می شود. ضریب بهره وری هر ماشین در هنگام کار ۷۳٪ است. تعداد تئوری ماشین ۱ بدون توجه به زمان آماده سازی برای برآوردن تقاضا چقدر است؟



(سراسری ۸۳)

(۱) ۳/۵۲

(۲) ۳/۸۸

(۳) ۴/۰۲

(۴) ۴/۶۰

### پاسخ تشریحی

گزینه ۴

$$\text{تعداد قطعه A در ماشین ۱} = \frac{500}{(1 - 0.051 - 0.061 - 0.07)} = 602.05$$

$$\text{تعداد قطعه B در ماشین ۱} = \frac{200}{(1 - 0.02)} = 204.08$$

$$\text{زمان در دسترس} = 8 \times 60 - (15 + 45) = 420$$

$$F_n = \frac{P_n \cdot T_n}{H_n \cdot U_n} \quad U_n = 0.73$$

$$F = \frac{602.05 \times 2}{420 \times 0.73} = 3.927 \quad \text{کسر ماشین ۱ جهت قطعه A}$$

$$F = \frac{204.08 \times 1}{420 \times 0.73} = 0.665 \quad \text{کسر ماشین ۱ جهت قطعه B}$$

$$\text{کسر مورد نیاز ماشین ۱} = 3.927 + 0.665 = 4.59 \approx 4.6$$

### تست راهنما تولید دو قطعه A و B توسط یک ماشین انجام می شود. زمان استاندارد جهت تولید قطعه A برابر ۱/۶ دقیقه و زمان

استاندارد تولید قطعه B برابر ۲/۱ دقیقه است. تقاضای سالانه برای A و B به ترتیب ۱۰۰۰۰ و ۶۰۰۰۰ واحد است. راندمان ۰/۸ و درصد ضایعات قطعات روی ماشین ۰/۱ است. ساعت تولید سالانه ۲۰۰۰ ساعت است. تعداد ماشین مورد نیاز جهت تولید قطعات A و B برابر است با:

(۴) ۲/۳۸

(۳) ۳/۳۱

(۲) ۲/۶۵

(۱) ۲/۹۸

(سراسری ۷۶ و آزاد ۸۰ و آزاد ۸۷)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۳

$$F_n = \frac{P_n \cdot T_n}{H_n \cdot U_n}$$

$$F_A = \frac{10000 / (1 - 0.1) \times 1/6}{2000 \times 60 \times 0.8} = 1/851$$

$$F_B = \frac{60000 / (1 - 0.1) \times 2/1}{2000 \times 60 \times 0.8} = 1/458$$

$$F = F_A + F_B = 3/31$$

## تست راهنما

تقاضای هفتگی از قطعه‌ای ۴۸۰ عدد، هر هفته ۵ روز و هر روز ۸ ساعت کاری است. در طول هفته جمعا سه بار آماده‌سازی وجود دارد و زمان‌های آماده‌سازی به ترتیب ۷۰، ۹۰ و ۸۰ دقیقه است. در نظر است ماشینی با ضریب ۰/۸۸ خریداری شود. اگر زمان تولید هر قطعه ۲۰ دقیقه و درصد خرابی ۱۵٪ باشد، چند ماشین باید خریداری شود؟

۶/۰۶ (۴)

۶/۳۱ (۳)

۶ (۲)

۶/۲۵ (۱)

(سراسری ۷۴)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۲)

$$\text{زمان در دسترس} = 5 \times 8 \times 60 - (70 + 80 + 90) = 2160$$

$$F_A = \frac{P_n \cdot T_n}{H_n \cdot U_n} = \frac{\frac{480}{(1 - 0.15)} \times 20}{2160 \times 0.88} = 5.94 \approx 6$$

## تست راهنما

ماشین M سه قطعه A، B و C را با تقاضای ماهانه، زمان استاندارد بر حسب ساعت و زمان اختصاص یافته به هر قطعه در ماه به صورت جدول زیر تولید می‌کند.

| قطعات | تقاضا در ماه | زمان استاندارد | ساعت اختصاص یافته به هر قطعه |
|-------|--------------|----------------|------------------------------|
| A     | ۱۶۰۰         | ۰/۰۲۵          | ۲۰۰                          |
| B     | ۱۵۰۰         | ۰/۰۴۵          | ۷۵                           |
| C     | ۵۰۰          | ۰/۰۱۵          | ۷۵                           |

چه تعداد از ماشین M مورد نیاز است؟

۱/۸ (۴)

۱/۶ (۳)

۱/۴ (۲)

۱/۲ (۱)

(سراسری ۷۳)

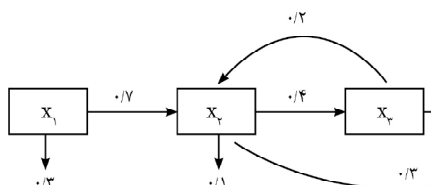
## پاسخ تشریحی

گزینه ۱)

$$F = F_A + F_B + F_C = \frac{1600 \times 0.025}{200} + \frac{1500 \times 0.045}{75} + \frac{500 \times 0.015}{75} = 0.2 + 0.9 + 0.1 = 1.2$$

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- در خط تولید زیر، مقدار ورودی در  $X_1$  به ازای ۱۰۰۰۰ واحد خروجی از آخرین مرحله چقدر است؟



- (۱) ۱۶۱۱۷  
(۲) ۱۶۱۶۰  
(۳) ۱۷۱۱۶  
(۴) ۱۷۱۱۰

۲- زمان استاندارد تولید یک قطعه روی دستگاهی ۳ دقیقه است. میزان تقاضای احتمالی از جدول زیر قابل محاسبه است. ضریب بهره‌گیری از ماشین ۹۰ درصد و درصد ضایعات ۵ می‌باشد. با در اختیار داشتن زمان در دسترس برای یک شیفت کاری، کسر ماشین مورد نیاز ۲/۳۹۲ به دست آمده است. تصمیم مدیریت خرید ۲ دستگاه است؛ بنابراین لازم است که کسر ماشین مورد نیاز به ۲ کاهش یابد. به همین منظور به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده است که ضریب بهره‌گیری از ماشین به ۹۵ درصد برسد. همچنین لازم است که ساعات کار اضافه کاری نیز برنامه‌ریزی گردد. حداقل چند ساعت برای اضافه کاری در طول سال باید در نظر گرفته شود تا کسر ماشین ۲ دستگاه محقق گردد؟

| احتمال         | ۰/۲  | ۰/۵  | ۰/۳  |
|----------------|------|------|------|
| تقاضای سالیانه | ۱۰۰۰ | ۱۴۰۰ | ۲۰۰۰ |

- (۱) ۱۸۵ (۲) ۲۲۸ (۳) ۴۳۲ (۴) ۲۹۳

۳- در یک دوره  $T$  ساعته، برای انجام یک عمل با زمان  $T_S$  (برحسب دقیقه) بر روی  $D$  قطعه خروجی نیاز به ماشینی با ضریب استفاده  $\beta$  است. می‌دانیم  $P_n$  درصد قطعات، پس از انجام عمل نیاز به دوباره کاری دارند و پس از دوباره کاری به ابتدای عملیات وارد می‌شوند. مدت زمان انجام عملیات دوباره کاری نیز  $T_S$  (دقیقه) بوده و ضریب استفاده ماشین جهت دوباره کاری  $\beta$  می‌باشد. اگر  $Pr_n$  درصد قطعات پس از دوباره کاری خراب تشخیص داده شوند، تعداد ماشین لازم جهت دوباره کاری به صورت تئوری چقدر است؟

$$\frac{DT_S}{\beta T} \quad (۱) \quad \frac{DP_n T_S}{(1-P_n)\beta T} \quad (۲) \quad \frac{D[1-P_n(1-Pr_n)]T_S}{P_n\beta T} \quad (۳) \quad \frac{DT_S}{(1-P_n)\beta T} \quad (۴)$$

۴- در تولید یک قطعه به میزان ۱۱۰۰ قطعه در هفته از یک ماشین خاص استفاده می‌شود. زمان استاندارد تولید قطعه بر روی ماشین ۷ دقیقه، بازده ماشین ۸۰ درصد و ساعت کار ماشین در هفته ۴۵ ساعت است. در صورتی که برای انباشته‌های ۳۰ تایی یکبار راه‌اندازی صورت گیرد، با وجود تعداد ۴ ماشین، زمان هر بار راه‌اندازی چند دقیقه است؟

- (۱) ۲۵/۴ (۲) ۲۵/۶۴ (۳) ۸۴/۵۴ (۴) ۸۳/۷۸

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل ششم

## تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- برای حمل محموله‌هایی، تراک دستی چهارچرخ ۳۰۰ سفر از مبدا به مقصد می‌رود. زمان استاندارد رفت ۵۰ دقیقه و زمان استاندارد برگشت ۴۰ دقیقه و زمان تخلیه و پر کردن مساوی بوده و هر کدام برابر ۷۲ دقیقه می‌باشد. در صورتی که ضریب استفاده از تراک ۰/۹ باشد و زمان در دسترس ۱۵۰۰ ساعت در سال باشد، کسر لازم چقدر است؟

(۱) ۱/۵ (۲) ۰/۵۳ (۳) ۰/۱۷ (۴) ۰/۸۷

(سراسری ۷۵ و آزاد ۸۷)

۲- کارخانه‌ای ۱۶۰ ساعت در یک ماه کار می‌کند. سیاست کارخانه براساس تولید ماهانه است، یعنی هر آماده‌سازی برای تولید یک ماه متناسب است. آماده‌سازی ماشینی که ضریب استفاده از آن ۰/۹ است، ۱۰ ساعت می‌باشد. اگر آماده‌سازی توسط اپراتور دیگری انجام شود، ضریب استفاده جدید ماشین را به‌دست آورید.

(۱) ۰/۹ (۲) ۰/۸۵ (۳) ۰/۹۴ (۴) ۰/۷

(سراسری ۷۶)

۳- فرض کنید برای تعیین مقدار ماشین‌آلات مورد نیاز از روش "حداقل دوره سیکل" استفاده شده است، کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

- (۱) اگر میزان آماده‌سازی بالا باشد، یعنی سیکل کوتاه داریم و احتمالاً تعداد ماشین‌ها باید افزایش یابد.
- (۲) اگر میزان موجودی بالا باشد، یعنی سیکل کوتاه داریم و قطعاً ماشین اضافی در نظر گرفته شده است.
- (۳) میزان موجودی بالا به سیکل کاری ارتباط ندارد.
- (۴) اگر میزان موجودی بالا باشد، یعنی سیکل طولانی داریم و احتمالاً ماشین اضافی باید در نظر گرفته شود.

(سراسری ۷۶)

## ۴- در مساله توازن ماشین‌آلات:

- (۱) ترکیب عملیات مختلف روی یک ماشین، زمان‌های آماده‌سازی را افزایش و ضریب استفاده از ماشین را کاهش می‌دهد.
- (۲) انجام عمل روی چند ماشین، زمان‌های آماده‌سازی را کاهش و ضریب استفاده از ماشین را افزایش می‌دهد.
- (۳) ترکیب عملیات مختلف روی یک ماشین فقط زمان‌های آماده‌سازی را افزایش می‌دهد.
- (۴) انجام عمل روی چند ماشین فقط زمان‌های آماده‌سازی را افزایش می‌دهد.

(سراسری ۷۶)

۵- در یک دوره ۱۶۰ ساعته برای انجام یک عمل با زمان ۴۵ دقیقه بر روی ۱۰۰۰ قطعه نیاز به ماشینی با ضریب استفاده ۰/۸۵ است. می‌دانیم ۱۰٪ قطعات پس از انجام عمل نیاز به دوباره‌کاری دارند. اگر ۲۰ درصد قطعات پس از دوباره‌کاری خراب تشخیص داده شوند، ظرفیت ماشین لازم جهت دوباره‌کاری چقدر است؟

(۱) این قطعات در ظرفیت ماشین تاثیر نمی‌گذارند. (۲) ۰/۱۱ (۳) ۰/۵۰ (۴) ۰/۴۹

(سراسری ۷۷)

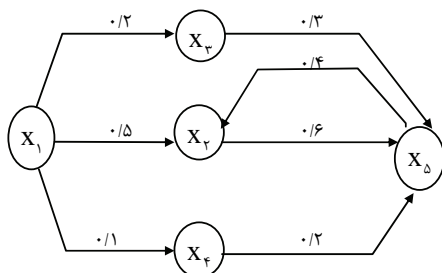
۶- سه محصول که پروسه‌های تولیدی هر کدام به‌صورت زیر است و توسط ماشین‌آلات عمومی در یک واحد صنعتی تولید می‌شوند، در نظر گرفته شده است. اگر زمان در اختیار برای هر سه محصول برای ماشین تراش ۱۵۰ ساعت در ماه و زمان تولید روی ماشین تراش برای محصول ۱، یک دقیقه، محصول ۲، دو دقیقه و محصول ۳، سه دقیقه باشد و اگر میزان تقاضا در ماه برای محصول ۱، ۳۰۰۰ عدد، محصول ۲، ۳۵۰۰ عدد و محصول ۳، ۴۴۰۰ عدد باشد، کسر تعداد ماشین‌آلات تراش لازم چقدر است؟

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| محصول ۱ | سنگ‌کاری → فرزکاری → تراش کاری |
| محصول ۲ | فرزکاری → تراش کاری → برش      |
| محصول ۳ | تراش کاری → دریل کاری → برش    |

(۱) ۲/۵۸ (۲) ۲/۱۲ (۳) ۲/۳۳ (۴) ۱/۸۸

(سراسری ۷۸)

۷- به خط جریان زیر چقدر باید وارد شود تا خروجی مرحله پنجم ۵۰۰ واحد باشد؟



(۱) ۱۴۰۰

(۲) ۱۲۰۰

(۳) ۱۰۰۰

(۴) ۵۰۰

(سراسری ۷۹)

۸- اگر در یک شیفت ۸ ساعته بیکاری های زیر موجود باشند، درصد بیکاری های مجاز را به دست آورید.

۲- دو وقفه ۱۰ دقیقه ای برای صرف چای

۵- درصد رفع خستگی

۷- درصد تاخیرات غیرقابل اجتناب

(۴) ۷

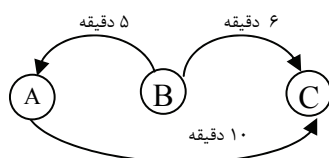
(۳) ۱۶/۱۷

(۲) ۱۹/۲۸

(۱) ۳۲

(سراسری ۷۹)

۹- در کارخانه ای برای جابه جایی قطعات نیم ساخته بین سه بخش A، B و C از یک نوع لیفتراک استفاده می شود. زمان پر کردن و تخلیه کردن لیفتراک به ترتیب ۶ و ۵ دقیقه است. با توجه به شکل زیر که مسیر حرکت لیفتراک را بین سه بخش نشان می دهد، در صورتی که ضریب استفاده از لیفتراک ۰/۷ باشد و کارخانه ۱۸۰۰ ساعت در سال کار کند و ۵۰۰۰ محموله در روز باید در این مسیرها جابه جا شود، تعداد لیفتراک را به دست آورید؟



(۴) در هر مسیر حداقل دو عدد

(۳) ۶

(۲) ۴

(۱) ۲

(سراسری ۷۹)

۱۰- برای ساخت محصولی دو قطعه X و Y و دو ماشین A، B استفاده می شوند. دو عدد قطعه X و یک عدد قطعه Y با هم دیگر مونتاژ شده و به صورت یک محصول به بازار عرضه می شوند. اگر ۱۵۰ عدد از این محصول در روز مورد نیاز باشد، با توجه به اطلاعات زیر چند قطعه از هر نوع مورد نیاز است؟

| قطعه | مسیر ساخت |
|------|-----------|
| x    | ABA       |
| y    | BA        |

| ماشین | درصد ضایعات |
|-------|-------------|
| A     | ۲           |
| B     | ۳           |

(۴) ۳۲۲ x و ۱۵۸ y

(۳) ۳۲۲ x و ۱۶۱ y

(۲) ۳۱۶ x و ۱۵۸ y

(۱) ۱۶۱ x و ۱۵۸ y

(سراسری ۷۹)

۱۱- برای تولید ۱۰۰۰ عدد از محصولی، سه مرحله عملیات به صورت سری لازم است. در صورتی که احتمال خرابی در هر مرحله به ترتیب ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ باشد، اما در مرحله دوم و سوم بتوان روی قطعات خراب، دوباره کاری انجام داده و احتمال خرابی قطعات پس از دوباره کاری در مراحل دوم و سوم به ترتیب ۱۰٪ و ۳۰٪ باشد، تعداد قطعه ورودی به مرحله اول چقدر است؟

(۴) ۶۹۴۴

(۳) ۱۵۶۹

(۲) ۱۲۵۵

(۱) ۱۲۵۰

(سراسری ۷۹)

۱۲- کارخانه ای را در نظر بگیرید که تصمیم دارد تعدادی کوره یک تن خریداری نماید تا نیازهای فرآیند تولید را برآورده نماید. اگر خروجی مورد نیاز ۱۶ تن در یک شیفت ۸ ساعته باشد و هر تن از مواد اولیه حدود ۳۰ دقیقه از وقت کوره را اشغال کند (شامل بارگذاری و تخلیه آن). ولی کوره تنها ۸۰٪ از زمان کار می کند. اگر کارایی سیستم (کارخانه) حدود ۵۰٪ از ظرفیت سیستم باشد، در این صورت چند کوره از لحاظ عملی و تئوری لازم است؟

(۴)  $3/25 \approx 4$ (۳)  $2/75 \approx 3$ (۲)  $2/5 \approx 3$ (۱)  $2/25 \approx 3$ 

(سراسری ۸۰)

۱۳- خط تولیدی را در نظر بگیرید که برای تولید محصولی نیاز به سه عملیات پشت سر هم (متوالی) A، B و C دارد. اگر درصد ضایعات هر یک به ترتیب ۵ درصد، ۳ درصد و ۶ درصد باشد و خروجی محصولات سالم پس از مرحله C برابر ۱۰۰ واحد باشد و فرض کنید که هزینه تولید یک واحد در هر یک از عملیات به ترتیب ۸، ۱۰ و ۵ واحد پولی باشند، آن گاه تعداد واحد مورد نیاز در ابتدای خط و هزینه یک واحد محصول سالم به ترتیب با کدام گزینه برابر است؟

(۱) ۲۷/۵۵، ۱۱۷ (۲) ۲۷/۵۵، ۱۱۶ (۳) ۲۶/۵۵، ۱۱۷ (۴) ۲۶/۵۵، ۱۱۶

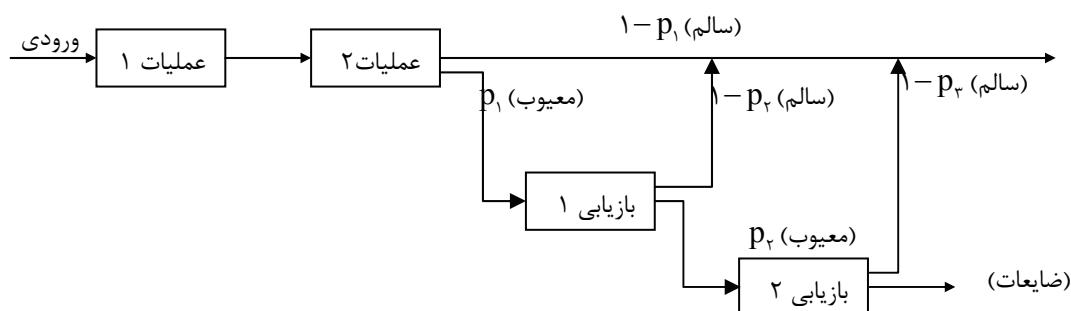
(سراسری ۸۰)

۱۴- برای ساخت قطعه شماره (۱) و قطعه شماره (۲) به ماشین A و B احتیاج است. دو عدد قطعه شماره (۱) و یک عدد قطعه شماره (۲) با همدیگر مونتاژ شده و به صورت یک محصول به بازار عرضه می شوند. اگر ۲۰۰ عدد از این محصول در روز مورد نیاز باشد، با توجه به اطلاعات زیر به ترتیب چند قطعه از نوع دوم و اول مورد نیاز است؟

| درصد ضایعات   | ماشین         | ترتیب ساخت    | قطعه          |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ۵             | A             | AB            | (۱)           |
| ۳             | B             | BA            | (۲)           |
| (۱) ۲۰۰ و ۲۰۰ | (۲) ۲۱۷ و ۲۱۷ | (۳) ۲۰۰ و ۴۰۰ | (۴) ۲۱۷ و ۴۳۴ |

(سراسری ۸۰)

۱۵- شکل زیر فرآیند تولید محصولی را نشان می دهد. خروجی عملیات ۲ شامل  $P_1$  درصد معیوب و  $1-P_1$  درصد سالم، خروجی بازیابی ۱ شامل  $P_2$  درصد معیوب و  $1-P_2$  درصد سالم و خروجی بازیابی ۲ شامل  $P_3$  درصد معیوب و  $1-P_3$  درصد سالم است. حال اگر  $P_1=4\%$ ،  $P_2=3\%$  و  $P_3=5\%$  باشد و بخواهیم ۱۰۰۰۰۰ قطعه سالم در پایان فرآیند فراهم کنیم، حداقل ورودی چقدر است؟



(۱) ۱۰۰۲۲۰۰ (۲) ۱۰۰۸۴۰۰ (۳) ۱۰۰۰۲۲۰ (۴) ۱۰۰۰۰۶۰

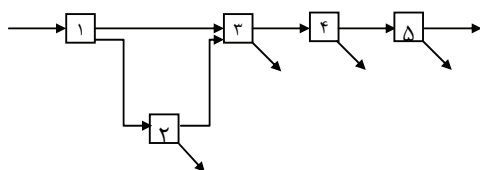
(سراسری ۸۰ و سراسری ۸۲)

۱۶- در یک شبه خط تولید، سه محصول به روش تکنولوژی گروهی تولید می شود. در این شبه خط تولید ۳ ماشین A و B و C موجود است. مسیر ساخت هر یک از سه محصول مطابق جدول زیر بوده و همچنین میزان تولید هر قطعه در ساعت در جدول آمده است. زمان هر یک از عملیات روی هر ماشین ۱۰ دقیقه است. میزان ماشین مورد نیاز از نوع A چقدر است؟

| میزان تولید در هر ساعت | مسیر حرکت                       | قطعه |
|------------------------|---------------------------------|------|
| ۱۰                     | $A \rightarrow B \rightarrow C$ | ۱    |
| ۱۰                     | $B \rightarrow C$               | ۲    |
| ۱۰                     | $A \rightarrow B$               | ۳    |

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

(سراسری ۸۲)



۱۷- فرآیند تولید محصولی به صورت زیر می باشد:

اگر جدول زیر ضایعات و هزینه پردازش در هر مرحله را نشان دهد، هزینه واحد محصول تولیدی چقدر خواهد بود؟



| مرحله                   | ۱ | ۲  | ۳ | ۴ | ۵ |
|-------------------------|---|----|---|---|---|
| ضایعات (%)              | ۱ | ۲  | ۱ | ۳ | ۲ |
| هزینه پردازش / واحد پول | ۵ | ۱۰ | ۸ | ۵ | ۶ |

(۱) حدود ۲۶ واحد پول (۲) حدود ۳۴ واحد پول (۳) حدود ۵۳ واحد پول (۴) حدود ۶۲ واحد پول

(سراسری ۸۲)

۱۸- جهت ساخت قطعه‌ای به ترتیب به سه عملیات مطابق جدول زیر نیاز است. عملیات سوم به آماده‌سازی اتوماتیک نیاز دارد و این آماده‌سازی برای هر قطعه ۱۰۰ قطعه، ۲۰ دقیقه می‌باشد. هر نوبت کاری ۸ ساعت است و ضریب استفاده از ماشین آلات برابر ۹۰٪ است. میزان تولید مورد نیاز در یک نوبت کاری ۲۰۰ قطعه است. پس از نوبت کاری ۲۵ دقیقه صرف تمیزکاری دستگاه‌ها می‌شود. بیکاری‌های مجاز نیز ۲۰٪ زمان عملیات در نظر گرفته شده است. کسر ماشین مورد نیاز برای عملیات سوم چقدر است؟

| شماره عملیات        | ۱ | ۲ | ۳  |
|---------------------|---|---|----|
| زمان عملیات (دقیقه) | ۸ | ۵ | ۱۰ |
| درصد ضایعات         | ۱ | ۲ | ۱  |

(۱) ۴/۵

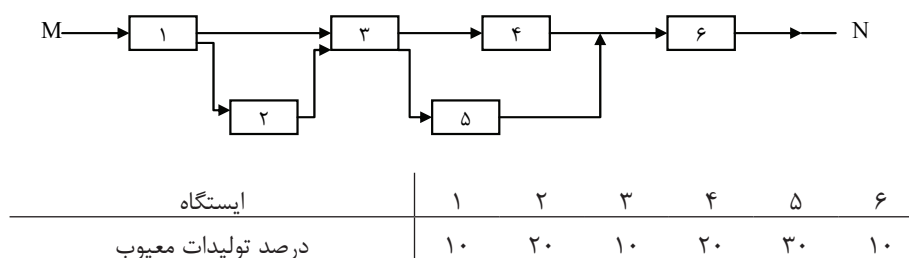
(۲) ۵/۲

(۳) ۵/۷

(۴) ۶/۶

(سراسری ۸۳)

۱۹- خط تولید ترکیبی زیر شامل ۶ ایستگاه است که مقادیر درصد تولیدات معیوب مربوط به ۶ ایستگاه در جدول زیر نشان داده شده است. اگر میزان مواد اولیه ورودی به خط  $M=100000$  واحد باشد، میزان خروجی سالم از خط (N) چقدر خواهد بود؟



(۴) ۹۲۰۵۶

(۳) ۸۸۷۸۴

(۲) ۷۲۶۳۸

(۱) ۷۰۹۳۸

(سراسری ۸۳)

۲۰- شرکتی قرار است چند دستگاه پرس خریداری نماید تا بتواند ۱۶۰۰۰۰ قطعه سالم در سال تولید کند. ۲۰٪ تولید به صورت ضایعات می‌باشد. زمان لازم برای تولید یک قطعه ۹۰ ثانیه می‌باشد. زمان در دسترس در سال ۲۰۰۰ ساعت بوده که دستگاه‌ها تنها حدود ۵۰٪ از زمان، مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به کارایی دستگاه‌ها که برابر با ۹۰٪ می‌باشد، مطلوب است تعیین ظرفیت هر دستگاه (تعداد قطعه تولید شده در ساعت) و تعیین تعداد دستگاه‌های مورد نیاز:

(۲) ۱۸ قطعه در ساعت و ۶ دستگاه

(۱) ۳۶ قطعه در ساعت و ۶ دستگاه

(۴) ۳۶ قطعه در ساعت و ۵ دستگاه

(۳) ۱۸ قطعه در ساعت و ۵ دستگاه

(سراسری ۸۳)

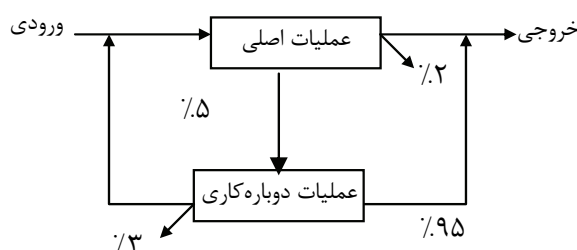
۲۱- یک سیستم تولیدی را در نظر بگیرید که دارای یک عمل اصلی و یک عمل دوباره کاری است. با توجه به دوبار عملیات دوباره کاری، احتمال سالم ماندن قطعه چقدر است؟

(۱) ۹۷/۸۲۵

(۲) ۹۷/۸۳۴

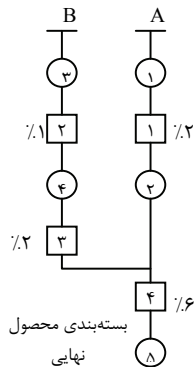
(۳) ۹۷/۸۴۲

(۴) ۹۷/۸۵۲



(سراسری ۸۴)

۲۲- محصول نهایی کارخانه‌ای از ۲ قطعه A و ۳ قطعه B تشکیل شده است. قطعات نامرغوب در ایستگاه‌های بازرسی از قطعات سالم جدا می‌شوند. کل تعداد قطعه ورودی B چقدر باشد تا در نهایت ۱۰۰۰ محصول سالم داشته باشیم؟



۱۰۹۷ (۱)

۳۰۹۲ (۲)

۳۲۵۷ (۳)

۳۲۹۰ (۴)

(سراسری ۸۴)

۲۳- فرض کنید کارخانه‌ای دارای ظرفیت طراحی ۲۰۰ قطعه در روز است. اگر خط تولید را به علت انجام عملیات نگهداری پیشگیرانه و کنترل کیفیت متوقف کنیم، آن‌گاه ضرر تولید ۳۰ قطعه می‌باشد. همچنین اگر خط تولید به علت خرابی ناگهانی و کمبود مواد اولیه متوقف شود، آن‌گاه، ضرر ناشی از توقف ۲۰ قطعه خواهد بود. مقادیر Efficiency (۲) و Utilization (۱) چقدر خواهد بود؟

(۱) ۱-۰/۷۵ و ۲-۰/۸۸ (۲) ۱-۰/۸۵ و ۲-۰/۷۵ (۳) ۱-۰/۸۸ و ۲-۰/۷۵ (۴) ۱-۰/۷۵ و ۲-۰/۸۸

(سراسری ۸۴)

۲۴- فرض کنید ماشینی در دو شیفت کار می‌کند. اگر متوسط زمان خرابی و متوسط زمان راه‌اندازی به ترتیب ۸۰ و ۱۶ دقیقه باشد، کارایی این ماشین چقدر است؟

۸۰ (۴)

۸۵ (۳)

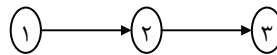
۹۰ (۲)

۹۵ (۱)

(سراسری ۸۴)

۲۵- فرض کنید در یک سیستم تولیدی سه عملیات پشت سر هم قرار گرفته‌اند که در یک شیفت کاری ۸ ساعته کار می‌کند. با توجه به اطلاعات زیر، تعداد کل ماشین‌ها را تعیین کنید.

| شماره عملیات        | ۱  | ۲  | ۳  |
|---------------------|----|----|----|
| تولید محصول         | ۶۰ | ۵۴ | ۵۱ |
| زمان عملیات (دقیقه) | ۵  | ۵  | ۵  |
| راندمان (درصد)      | ۸۰ | ۷۰ | ۹۰ |



۲ (۱)

۳ (۲)

۴ (۳)

۵ (۴)

(سراسری ۸۴)

۲۶- اگر زمان تنظیم و راه‌اندازی برای انجام کاری S و زمان از کارافتادگی و خرابی ماشین D و طول مدت زمان یک دوره عملیاتی T باشد، آن‌گاه کارایی برابر است با:

$$1 - \frac{S+D}{T} \quad (۴)$$

$$1 - \frac{T}{S+D} \quad (۳)$$

$$\frac{T}{S+D} \quad (۲)$$

$$\frac{S+D}{T} \quad (۱)$$

(سراسری ۸۵)

۲۷- برای تولید قطعه‌ای زمان مجاز حدود ۲۰٪ برای نیازهای شخصی از کل زمان کاری در نظر گرفته شده است. اگر زمان نرمال برای انجام عملیات ۲ دقیقه باشد، در این صورت در یک شیفت ۸ ساعته چند واحد قطعه تولید می‌شود؟

۲۶۰ (۴)

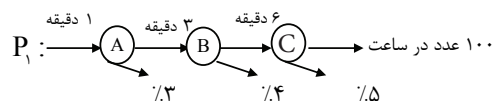
۲۴۰ (۳)

۲۲۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

(سراسری ۸۵)

۲۸- چهار نوع ماشین A، B، C و D برای تولید سه محصول  $P_1$ ،  $P_2$  و  $P_3$  استفاده می‌شود که فرآیند آن‌ها به شرح زیر است. اگر بهره‌وری ماشین‌ها در هنگام کار ۸۰٪ باشد و از زمان راه‌اندازی صرف‌نظر گردد، تعداد ماشین A را از لحاظ تئوری حساب کنید.

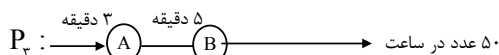
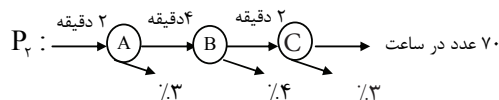


۶/۷ (۱)

۷/۱۵ (۲)

۸/۳۸ (۳)

۸/۹۴ (۴)



(سراسری ۸۵)

۲۹- دو قطعه تولیدی به ترتیب دارای زمان عملیات استاندارد  $2/8$  و  $2/6$  دقیقه بر روی یک ماشین فرزند می‌باشد، در طی یک شیفت ۸ ساعته از هر کدام به ترتیب ۲۰۰ و ۳۰۰ قطعه بایستی تولید گردد. از ۴۸۰ دقیقه زمان دسترسی ماشین برای تولید، ماشین فرزند ۸۰٪ از زمان فعال و قطعات را با نرخ برابر ۹۵٪ نرخ استاندارد تولید می‌نماید. چه کسر از ماشین فرزند برای تولید این دو قطعه لازم است؟

- (۱) ۳/۲۲۴ (۲) ۳/۶۷۳ (۳) ۴/۲۹۶ (۴) ۴/۳۷۶

(سراسری ۸۶)

۳۰- زمان نرمال انجام عملیات A، ۱۰ دقیقه است، بیکاری‌های مجاز برابر ۲۰٪ زمان نرمال بوده و ضریب عملکرد کارگر ۹۰٪ است. جهت ساخت هر ۱۰۰ قطعه به ۳۰ دقیقه آماده‌سازی نیاز داریم. در صورتی که در یک شیفت کار ۸ ساعته به ۱۰۰۰ قطعه نیاز داشته باشیم و واحد نگهداری و تعمیرات روزانه به طور متوسط ۳۰ دقیقه بدون برنامه‌ریزی قبلی این ماشین را متوقف کند، مطلوب است کسر ماشین مورد نیاز برای انجام عملیات A.

- (۱) ۳۷/۰۳ (۲) ۳۳/۰۷ (۳) ۳۰/۷۳ (۴) ۳۰/۳۷

(سراسری ۸۶)

۳۱- یک سیستم تولیدی را در نظر بگیرید که نرخ تولید آن ۱۰۰۰ واحد محصول در هر شیفت ۸ ساعته می‌باشد. زمان مورد نظر برای تولید محصول ۵۰ ثانیه است. اگر کارایی ماشین ۸۰٪ باشد و سپس ۱۵٪ افزایش یابد، چه تغییری در تعداد ماشین رخ می‌دهد؟

- (۱) کاهش یک ماشین (۲) کاهش دو ماشین (۳) کاهش سه ماشین (۴) بدون تغییر در تعداد ماشین

(سراسری ۸۶)

۳۲- جهت تولید ۵ قطعه در کارگاهی در سه سال پیش، کسر ماشین فرزند مورد نیاز برابر  $2/53$  محاسبه گردید. اکنون بر اثر مرور زمان و استهلاک ماشین‌آلات، راندمان ماشین‌آلات از ۹۵٪ به ۹۰٪ و قابلیت اطمینان ماشین‌آلات از ۹۰٪ به ۸۵٪ تنزل پیدا کرده است. در حال حاضر میزان کسر ماشین فرزند مورد نیاز چقدر است؟

- (۱) ۳/۱۲ (۲) ۲/۷۴ (۳) ۳/۲۸ (۴) ۲/۸۳

(سراسری ۸۷)

۳۳- یک سیستم تولیدی را در نظر بگیرید که در دو شیفت هشت ساعته کار می‌کند و تنها دارای یک ماشین است. اگر کارایی این ماشین ۹۰٪ و متوسط زمان خرابی آن یک ساعت باشد، آنگاه متوسط زمان راه‌اندازی (یا تنظیم) این ماشین چند دقیقه است؟

- (۱) ۳۶ (۲) ۴۶ (۳) ۵۶ (۴) ۶۶

(سراسری ۸۷)

۳۴- کارخانه‌ای را در نظر بگیرید که قرار است تعدادی کوره جهت تولید ۴۰۰۰۰۰ قطعه سالم ریختگی در سال نصب کند. عملیات پخت معادل ۲ دقیقه به ازای هر واحد ریختگی است، ولی خروجی کوره حدود ۶٪ ضایعات دارد. اگر هر کوره به مدت ۱۸۰۰ ساعت در سال (ظرفیت) در دسترس باشد، چه تعداد کوره لازم است؟

- (۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۹

(سراسری ۸۸)

۳۵- اطلاعات مربوط به تولید ماهانه چهار محصول بر روی سه ماشین به شرح زیر است:

اگر ساعت کاری روزانه ۶ ساعت و ماهانه ۲۵ روز کاری در نظر گرفته شود، تعداد دقیق (عدد صحیح) ماشین‌هایی که باید تهیه شود (به ترتیب از چپ به راست) چقدر است؟

| ماشین \ محصول | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ |
|---------------|-------|-------|-------|
| A             | ۴     | ۳     | ۲     |
| B             | ۱     | ۴     | ۴     |
| C             | ۳     | ۲     | ۳     |
| D             | ۳     | ۵     | ۱     |

| محصول | نرخ تولید مورد نیاز |
|-------|---------------------|
| A     | ۱۲۰                 |
| B     | ۱۵۰                 |
| C     | ۱۲۰                 |
| D     | ۸۰                  |

- (۱) ۷، ۸، ۹ (۲) ۸، ۹، ۹ (۳) ۹، ۸، ۱۰ (۴) ۹، ۹، ۱۰

(سراسری ۸۸)

## تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۳۶- در یک فرآیند تکی نیاز به تولید ۵۰۰ عدد از قطعاتی می‌باشیم. اگر هر قطعه ۵ دقیقه و با راندمان ۸۰٪ در یک شیفت کاری با داشتن ضایعاتی برابر با ۲۰٪ تولید شود، به چه تعداد ماشین نیاز داریم؟

- (۱) حدود ۸ (۲) حدود ۹/۵ (۳) حدود ۱۲ (۴) حدود ۵

(آزاد ۷۹ و آزاد ۸۰)

۳۷- اگر زمان از کار افتادگی یک ماشین ۱۲۰ دقیقه در روز و زمان تنظیم آن ۲۰ دقیقه در روز در نظر گرفته شود؛ در یک شیفت کاری ۸ ساعته، راندمان این ماشین چقدر است؟

- (۱) ۲۵٪ (۲) ۷۰٪ (۳) ۲۰٪ (۴) ۶۵٪

(آزاد ۷۹)

۳۸- در یک فرآیند مرکب در ۱ امین مرحله در صورتی که در این مرحله  $P_{d,i}$  قطعه معیوب داشته و تعداد قطعات سالم،  $P_{g,i}$  فرض شود، تعداد قطعات ورودی به این فرآیند برابر است با:

- (۱)  $P_{g,i} = P_{g,i} + P_{d,i}$  (۲)  $P_{g,i-1} = P_{g,i} + P_{d,i}$  (۳)  $P_{g,i+1} = P_{g,i} + P_{d,i}$  (۴)  $P_{g,i} = P_{g,i+1} + P_{d,i+1}$

(آزاد ۷۹)

۳۹- در یک عملیات تولیدی، در صورتی که درصد ضایعات در هر یک از عملیات زیادتر گردد، آیا تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز بایستی افزایش پیدا نماید؟

- (۱) بلی (۲) خیر (۳) تفاوتی نمی‌کند. (۴) اطلاعات ناقص است.

(آزاد ۷۹)

۴۰- در یک فرآیند تولیدی زمان تنظیم و راه‌اندازی برابر با ۴ دقیقه در روز و زمان از کارافتادگی و تعمیرات دستگاه‌ها به‌طور متوسط ۵۶ دقیقه طی ۸ ساعت کار در روز می‌باشد. اگر همین اطلاعات در دسترس باشد، راندمان این فرآیند چقدر است؟

- (۱) ۷۸/۵٪ (۲) ۹۰٪ (۳) ۸۰٪ (۴) ۶۵٪

(آزاد ۸۰)

۴۱- در یک فرآیند تکی هر قطعه ۴ دقیقه زمان تولید نیاز دارد. اگر ۵۰۰ قطعه در روز نیاز داشته باشیم، راندمان ۸۰٪ و یک شیفت ۸ ساعته چه تعداد ماشین نیاز داریم؟

- (۱) ۱ (۲) ۵ (۳) ۸ (۴) ۱۲

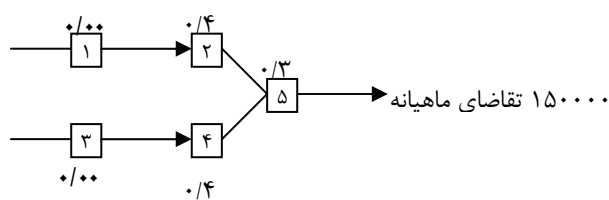
(آزاد ۸۱)

۴۲- اگر در مساله قبل، ۲۵ درصد ضایعات وجود داشته باشد، در این صورت تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز چقدر است؟

- (۱) ۱ (۲) ۱۱/۵ (۳) ۱۳/۵ (۴) ۴/۵

(آزاد ۸۱)

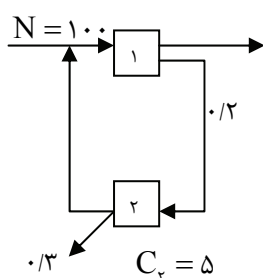
۴۳- با توجه به شکل زیر تعداد قطعات ورودی به عملیات یک چقدر است؟



- (۱) ۱۶۰۱۸۳  
(۲) ۱۵۴۶۳۹  
(۳) ۱۶۱۰۸۳  
(۴) ۱۶۱۸۰۳

(آزاد ۸۵)

۴۴- با توجه به شکل زیر، خروجی سالم چقدر است؟

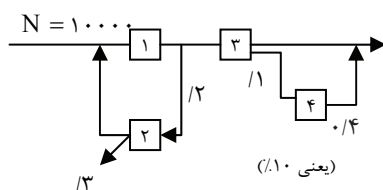


| عملیات      | ۱  | ۲  |
|-------------|----|----|
| درصد ضایعات | ۲۰ | ۳۰ |
| هزینه تولید | ۵  | ۵  |

- (۱) ۹۶۸  
(۲) ۶۹۸  
(۳) ۸۶۹  
(۴) ۶۸۹

(آزاد ۸۵)

۴۵- با توجه به شکل زیر، خروجی سالم چقدر است؟



- 1928 (1)  
 9128 (2)  
 1912 (3)  
 9112 (4)

(٨٥ اد; آ)

۴۶- در پروسه‌هایی که از لحاظ تولیدی مهم می‌باشد و همچنین در پروسه‌های گلوگاه .....

- (۱) عدد به‌دست آمده در محاسبه ماشین تغییر نمی‌کند.
- (۲) عدد به‌دست آمده در محاسبه ماشین باید به‌طرف پایین گرد شود.
- (۳) عدد به‌دست آمده در محاسبه ماشین باید به‌طرف بالا گرد شود.
- (۴) عدد به‌دست آمده در محاسبه ماشین بسته به شرایط به‌دست آمده می‌تواند به‌طرف پایین یا بالا گرد شود.

(آ؛ اد ۸۶)

۴۷- قطعه‌ای تحت یک فرآیند ساخته می‌شود. نیاز به این قطعه ۴۰ واحد در روز است. متوسط احتمال خرابی هر قطعه ۱۰٪ است. برای اینکه در پایان روز با اطمینان ۹۹/۷۳٪ با کمبود موجودی مواجه نشویم، تعداد تولید چقدر باشد؟

- (١) تقریبا ٥٠ واحد      (٢) تقریبا ٤٥ واحد      (٣) تقریبا ٤٧ واحد      (٤) تقریبا ٤٠ واحد

(آ؛ اد ۸۶)

۴۸- محصولی در کارگاه تراشکاری تولید می‌شود. این محصول شامل ۲ قطعه بوده که توسط ۳ ماشین تولید می‌شود. ماشین B روی هر قطعه کار می‌کند. توالی عملیات دو قطعه مذکور به قرار جدول زیر است. راندمان ماشین‌های A، B و C به ترتیب ۸۰، ۹۰ و ۸۰ درصد است و نیز ضایعات هر ماشین به ترتیب ۳، ۴ و ۵ درصد است. تنها ماشین B برای کار روی قطعه ۲ احتیاج به آماده‌سازی دارد که به‌طور متوسط ۳۰ دقیقه طول می‌کشد. با توجه به ۴۰ ساعت‌کاری در هفته و هر هفته کاری به مدت ۵ روز، تعداد ماشین نوع B چقدر است؟

| شماره | توالی عملیات | نیاز قطعه | زمان استاندارد |
|-------|--------------|-----------|----------------|
| ۱     | AB           | ۱۰۰۰      | A B<br>(۲و۳)   |
| ۲     | BC           | ۲۰۰۰      | B C<br>(۴و۵)   |

(آ؛ اد ۸۶)

۴۹- زمان استاندارد تولید یک قطعه ۹۰ ثانیه، راندمان ماشین‌آلات ۹۰٪ و شیفت خالص روزانه ۸ ساعت است. چنانچه تعداد سفارشات دریافتی در دو شیفت کاری ۵۷۶۰ قطعه باشد، تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز چقدر خواهد بود؟

- 12 (F)                      10 (M)                      9 (T)                      8 (W)

 $(\wedge\wedge \text{ ad}; \bar{A})$ 

۵۰- کل زمان غیرقابل استفاده یک ماشین در یک شیفت کاری ۸ ساعته برابر ۱۵۰۰ ثانیه و زمان راه‌اندازی ۴۵۰ ثانیه است. کارایی ماشین چقدر است؟

- %93/2 (F)                  %92/6 (C)                  %90/3 (T)                  %92/2 (I)

 $(\wedge\wedge \text{ad}; \bar{A})$ 

۵۱- برای تولید قطعه‌ای طی دو مرحله ابتدا فرزکاری و سپس مته کاری انجام می‌شود. درصد ضایعات مته کاری ۷۰٪ و فرزکاری ۱۰٪ است. چند قطعه باید وارد فرآیند تولید شود تا ۲۰۰ قطعه کامل تحویل گردد؟

- ۲۱۵ (۴)                      ۲۲۲ (۳)                      ۲۳۴ (۲)                      ۲۳۹ (۱)

 $(\wedge\wedge \text{ ad}; \bar{A})$ 

۵۲- زمان مورد نیاز برای تولید یک قطعه ۴۵ ثانیه است. نرخ تولید ایستگاه ۵۰۰۰ واحد محصول در هر شیفت ۸ ساعته است. اگر بازدهی ماشین از ۷۵٪ به ۹۰٪ افزایش یابد؛ چه تغییری در تعداد ماشین‌های مورد نیاز لازم خواهد شد؟

- (۱) یک ماشین بیکار خواهد شد. (۲) سه ماشین بیکار خواهد شد. (۳) دو ماشین بیکار خواهد شد. (۴) به حداقل سه ماشین جدید نیاز خواهیم داشت.

( $\wedge \wedge \text{ad}; \bar{A}$ )

## پاسخنامه تشریحی فصل ششم

## پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۴)

$$\text{کسر تراک دستی} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تعداد سفرها}}{\text{ضریب استفاده} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$\text{کسر تراک دستی} = \frac{300 \times (50 + 40 + 2 \times 72)}{1500 \times 60 \times 0/9} = 0/87$$

۲- گزینه ۲)

با توجه به نکات فصل:

$$u' = \frac{u}{1 + \frac{T_s}{T_p}} = \frac{0/9}{1 + \frac{10}{160}} = 0/85$$

بر این اساس ضریب استفاده از ماشین تعدیل می‌شود.

۳- گزینه ۴)

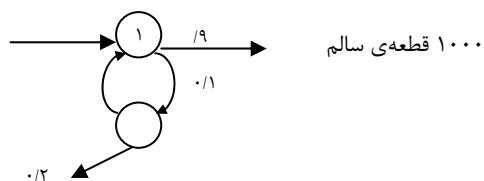
در صورتی که زمان آماده‌سازی یا زمان تولید قطعه‌ای افزایش یابد، سیکل طولانی‌تر شده و احتمالاً نیاز به ماشین‌آلات بیشتر می‌باشد.

۴- گزینه ۱)

در هنگام توازن ماشین‌آلات، ترکیب عملیات مختلف روی آن‌ها زمان آماده‌سازی را افزایش و ضریب استفاده را کاهش می‌دهد.

۵- گزینه ۲)

فرآیند تولید قطعه به شکل مقابل است:



$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه} = \frac{1 - 0/1}{1 - (0/1 \times (1 - 0/2))} = 0/9782$$

$$\text{تعداد قطعه ورودی} = \frac{1000}{0/9782} = 1022/22 \approx 1023$$

۲۳ = تعداد قطعات دوباره‌کاری شده

$$\text{کسر لازم برای دوباره‌کاری} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{تعداد قطعات دوباره‌کاری شده}}{\text{ضریب استفاده} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$\text{کسر لازم برای دوباره‌کاری} = \frac{23 \times 45}{160 \times 60 \times 0/85} = 0/126 \approx 0/13$$

۶- گزینه ۱)

$$\text{کسر مورد نیاز ماشین تراش} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{تعداد قطعه سالم مورد نیاز}}{\text{ضریب استفاده} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$\text{کسر مورد نیاز ماشین تراش} = \frac{300 \times 1 + 3500 \times 2 + 4400 \times 3}{150 \times 60 \times 1} = 2/58$$

۷- گزینه ۳)

با توجه به شکل، معادلات نوشته می‌شود:

$$\begin{cases} X_\delta = 500 \\ 0/6 X_p + 0/2 X_f + 0/3 X_r = X_\delta \rightarrow 0/3 X_1 + 0/24 X_\delta + 0/2 X_1 + 0/6 X_1 = X_\delta \\ X_r = 0/2 X_1 & 0/38 X_1 = 0/76 X_\delta \\ X_p = 0/5 X_1 + 0/4 X_\delta & X_1 = 2 X_\delta = 1000 \\ X_f = 0/1 X_1 \end{cases}$$

۸- گزینه ۳)

$$\text{درصد بیکاری‌های مجاز} = \frac{2 \times 10}{8 \times 60} + \frac{5}{100} + \frac{7}{100} = 0/616 = 16/16\%$$

۹- گزینه ۲)

ح: حرکت

خ: خالی کردن

پ: پر کردن

$$\text{زمان عملیات} = 6 + 5 + 5 + 6 + 6 + 5 + 6 + 10 + 5 = 54$$

خ ح پ خ ح پ خ ح پ ح پ

$$\text{کسر لیفتراک مورد نیاز} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تعداد محموله}}{\text{ضریب استفاده} \times \text{زمان در دسترس}} = \frac{500 \times 54}{1800 \times 60 \times 0/7} = 3/57 \approx 4$$

۱۰- گزینه ۴)

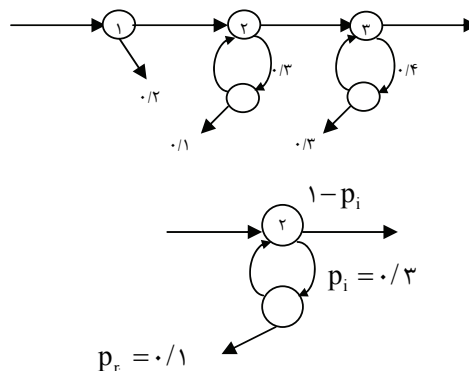
$$\left. \begin{array}{l} \text{توالی ساخت ABA ؛ تقاضا: 300 عدد} \Rightarrow \text{قطعه 2, X عدد} \\ \text{احتمال سالم ماندن} = 0/98 \times 0/97 \times 0/98 = 0/931588 \end{array} \right\} \Rightarrow X = \frac{300}{0/931588} = 322/0.3 \approx 322$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{توالی ساخت BA ؛ تقاضا: 150 عدد} \Rightarrow \text{قطعه 1, y عدد} \\ \text{احتمال سالم ماندن} = 0/97 \times 0/98 = 0/9506 \end{array} \right\} \Rightarrow y = \frac{150}{0/9506} = 157/79 \approx 158$$

۱۱- گزینه ۳)

فرآیند تولید این محصول به شکل زیر است:

۱۰۰۰ قطعه‌ی سالم



X: تعداد قطعه ورودی

$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه در مرحله (۲)} = \frac{1-p_i}{1-(p_i(1-p_r))} = \frac{1-0/3}{1-0/3 \times (1-0/1)} = 0/958$$

$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه در مرحله (۳)} = \frac{1-0/4}{1-0/4 \times (1-0/3)} = 0/83$$

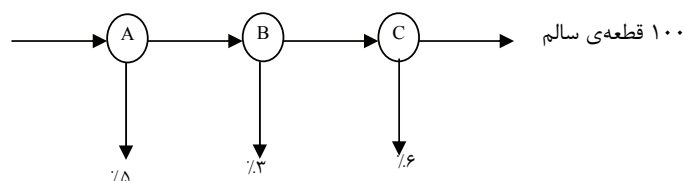
$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه} = 0/8 \times 0/958 \times 0/83 = 0/6361 \rightarrow x = \frac{1000}{0/6361} = 1572/05 \approx 1569$$

۱۲ - گزینه ۲

$$\text{کسر کوره مورد نیاز} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{خروجی سالم مورد نیاز}}{\text{ضریب استفاده} \times \text{کارایی} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$\text{کسر کوره مورد نیاز} = \frac{16 \times 30}{8 \times 60 \times 0/5 \times 0/8} = 2/5 \approx 3$$

۱۳ - هیچ کدام



$x_i$ : تعداد ورودی به مرحله  $i$  ام  
 می‌توان معادلات زیر را نوشت.

$$\begin{cases} 0/94 x_c = 100 \rightarrow x_c = 106/38 \\ 0/97 x_B = x_c \rightarrow x_B = 109/67 \\ 0/95 x_A = x_B \rightarrow x_A = 115/44 \approx 116 \end{cases}$$

$$\text{هزینه تولید ۱۰۰ واحد} = 115/44 \times 8 + 109/67 \times 10 + 106/38 \times 5 = 2552$$

$$\text{هزینه تولید یک واحد} = \frac{2552}{100} = 25/52$$

۱۴ - گزینه ۴

$$\left. \begin{array}{l} \text{ترتیب ساخت: AB} \Rightarrow \text{تقاضا: ۴۰۰ عدد} \Rightarrow \text{قطعه (۱)، دو عدد} \\ \text{احتمال سالم ماندن} = 0/95 \times 0/97 = 0/9215 \end{array} \right\} \Rightarrow x_1 = \frac{400}{0/9215} = 434/07 \approx 434$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{ترتیب ساخت: BA} \Rightarrow \text{تقاضا: ۲۰۰ عدد} \Rightarrow \text{قطعه (۲)، ۱ عدد} \\ \text{احتمال سالم ماندن} = 0/97 \times 0/95 = 0/9215 \end{array} \right\} \Rightarrow x_2 = \frac{200}{0/9215} = 217/03 \approx 217$$

۱۵ - گزینه ۴

$$\text{احتمال سالم بودن قطعه} = (1-p_1) + p_1 \times (1-p_2) + p_1 \times p_2 \times (1-p_3) = 0/99994$$

$$x = \frac{100000}{0/99994} = 1000060/004 \approx 1000060$$

$x$ : قطعات ورودی  
 $N$ : قطعات سالم خروجی



البته می‌توان احتمال سالم ماندن را بر این اساس محاسبه کرد که ضایعات فقط از کانال بازیابی ۲ خارج می‌شود؛ بنابراین:

$$0.99994 = 1 - 0.00006 = \text{احتمال سالم بودن قطعه} \rightarrow 0.00006 = p_1 \times p_2 \times p_3 = \text{احتمال ضایع شدن}$$

۱۶- گزینه ۳

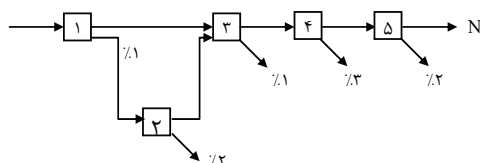
مقدار ماشین‌آلات برای هر شبه خط تولید باید جداگانه حساب شود.

$$10 \times \frac{10}{60} = 1.66 = \text{زمان تولید} \times \text{نرخ تولید ماشین} = \text{کسر مورد نیاز ماشین A در شبه خط تولید ۱}$$

$$10 \times \frac{10}{60} = 1.66 = \text{کسر مورد نیاز ماشین A در شبه خط تولید ۳}$$

$$2 \times 1.66 = 3.32 \approx 4 = \text{میزان ماشین مورد نیاز A}$$

۱۷- گزینه ۱



با توجه به شکل، معادلات نوشته می‌شود. چون هزینه هر واحد محصول خواسته شده N را یک در نظر می‌گیریم، داریم:

$$N = 0.98 x_5 \rightarrow x_5 = 1.0204$$

$$x_5 = 0.97 x_4 \rightarrow x_4 = 1.0519$$

$$x_4 = 0.99 x_3 \rightarrow x_3 = 1.0625$$

$$\left. \begin{aligned} x_3 &= 0.99 x_1 + 0.98 x_2 \\ x_3 &= 0.1 x_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow x_3 = 0.9998 x_1 \Rightarrow \begin{aligned} x_1 &= 1.0628 \\ x_2 &= 0.106 \end{aligned}$$

حال با توجه به رابطه منطقی زیر هزینه پردازش محاسبه می‌شود:

(هزینه پردازش × تعداد واحد ورودی به هر مرحله) =  $\Sigma$  هزینه هر واحد محصول تولیدی (مرحله)

$$= 1.0628 \times 5 + 0.106 \times 10 + 1.0625 \times 8 + 1.0519 \times 5 + 1.0204 \times 6 = 25.289 \approx 26$$

۱۸- گزینه ۳

← نکته اگر آماده‌سازی، تمیز کاری، فعالیت‌های نت در ساعاتی خارج از ساعات تولید انجام شود، تاثیری در زمان دسترس نخواهد داشت.

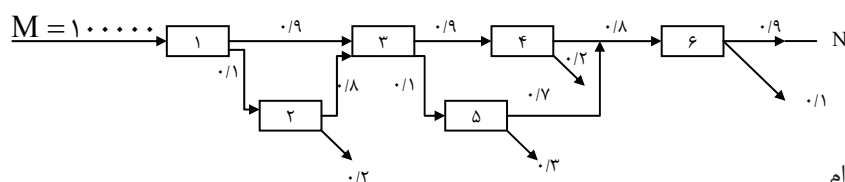
بنابراین محاسبات را نیز تغییر نخواهد داد.

← نکته اگر زمان آماده‌سازی به‌طور کلی داده شود، در این صورت زمان آماده‌سازی به زمان تولید اضافه می‌شود.

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز برای عملیات سوم} = \frac{[\text{زمان آماده‌سازی} + \text{زمان استاندارد عملیات}] \times \text{تعداد قطعه سالم مورد نیاز}}{\text{ضریب استفاده از ماشین} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$= \frac{\frac{200}{1-0.01} \times [10 \times 1/2 + \frac{20}{100}]}{8 \times 60 \times 0.9} = 5/7$$

۱۹- هیچ کدام



$x_i$ : تعداد قطعه در مرحله i ام

با توجه به شکل، معادلات زیر نوشته می شود. هدف محاسبه N می باشد.

$$\begin{cases} X_1 = M = 10000 \\ X_2 = 0.1X_1 \\ X_3 = 0.9X_1 + 0.8X_2 \\ X_4 = 0.1X_2 \\ X_5 = 0.9X_2 \\ X_6 = 0.7X_4 + 0.8X_5 \\ N = 0.9X_6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_2 = 1000 \\ X_3 = 9800 \\ X_4 = 8820 \\ X_5 = 980 \\ X_6 = 77420 \\ N = 69678 \end{cases}$$

این عدد در بین گزینه ها وجود ندارد. اما گزینه (۱) نزدیک ترین گزینه به آن می باشد.

۲۰- گزینه ۲

**نکته** هنگامی که در یک کارگاه چند دستگاه وجود داشته باشد، ظرفیت هر دستگاه معادل با تعداد کل قطعات تولیدی اعم از سالم و ناسالم تولیدی توسط هر دستگاه می باشد.

زمان عملیات × تعداد قطعه ی سالم مورد نیاز  
ضریب استفاده از ماشین × کارایی × زمان در دسترس = کسر ماشین مورد نیاز

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\frac{16000}{(1-0.2)} \times 90}{2000 \times 60 \times 60 \times 0.9 \times 0.5} = 5/5 \approx 6$$

$$\begin{aligned} \text{قطعه در ساعت} &= 16/67 = 33333/34 \text{ سال} \\ \text{ظرفیت هر دستگاه با کارایی ۱} &= \frac{\text{کل قطعات تولیدی}}{\text{تعداد ماشین ها}} = \frac{(1-0.2)}{6} = 33333/34 \\ \text{قطعه در ساعت} &= \frac{16/67}{0.9} = 18/51 \approx 18 \end{aligned}$$

۲۱- گزینه ۳

$$\text{احتمال سالم ماندن یک قطعه} = \underbrace{0.93}_{\text{عمل اصلی بدون خرابی}} + \underbrace{0.05 \times 0.95}_{\text{یکبار دوباره کاری}} + \underbrace{0.05 \times 0.02 \times 0.93}_{\text{دوبار دوباره کاری}} = 0.97843 = 97/843$$

۲۲- گزینه ۴

میزان استفاده از قطعه B در محصول نهایی ۳ عدد است. بنابراین ۳۰۰ قطعه سالم B باید وجود داشته باشد.

$$\text{احتمال سالم ماندن قطعه ی B} = (1-0.01) \times (1-0.02) \times (1-0.06) = 0.911988$$

$$x = \frac{300}{0.911988} = 3289/5 \approx 3290 \Rightarrow \text{تعداد قطعات ورودی} = 0.911988 \times \text{تعداد قطعه ی سالم}$$

۲۳- هیچ کدام

گزینه (۱) و (۴) یکسان است.

**نکته** تعاریفی از Efficiency و Utilization

(۱) Utilization یا بهره‌وری: مدت زمانی است که یک ماشین در دسترس بوده و مشغول کار می باشد؛ یعنی توقفات ناگهانی و زمان های نت چه پیشگیرانه و چه اضطراری از کل زمان ماشین در یک دوره می کاهد.

(۲) Efficiency یا کارایی یا راندمان: مدت زمانی است که یک ماشین به صورت استاندارد کار می کند؛ یعنی زمان های نت پیشگیرانه فقط از زمان کل ماشین در یک دوره کاسته می شود.

← نکته بهره‌وری همواره کمتر از کارایی است.

$$۱) \text{ بهره‌وری} = \frac{\text{تعداد قطعه تولیدی در زمان دسترسی}}{\text{ظرفیت طراحی}} = \frac{200 - (30 + 20)}{200} = 0.75$$

۲۴- گزینه ۲)

$$۲) \text{ کارایی} = \frac{\text{تعداد قطعه تولیدی در زمان استاندارد}}{\text{ظرفیت طراحی}} = \frac{200 - 30}{200} = 0.85$$

۲۵- گزینه ۲)

$$\text{کارایی} = 1 - \frac{\text{متوسط زمان راه‌اندازی} \times \text{متوسط زمان خرابی}}{\text{زمان در دسترس}} = 1 - \frac{16 + 80}{2 \times 60 \times 8} = 0.9 = 90\%$$

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{تعداد قطعه ی سالم مورد نیاز}}{\text{کارایی} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$F = F_1 + F_2 + F_3 = \frac{60 \times 5}{8 \times 60 \times 0.8} + \frac{54 \times 5}{8 \times 60 \times 0.7} + \frac{51 \times 5}{8 \times 60 \times 0.9} = 2.175 \approx 3$$

۲۶- گزینه ۴)

$$\text{کارایی} = 1 - \frac{\text{زمان خرابی} + \text{زمان تنظیم}}{\text{زمان در دسترس}} = 1 - \frac{S + D}{T}$$

۲۷- گزینه ۱)

← نکته زمان مجاز برای نیازهای شخصی باید جزیی از عملیات لحاظ شود.

$$\text{تعداد قطعات تولیدی} = \frac{8 \times 60}{2 + (2 \times 0.2)} = 200$$

۲۸- گزینه ۴)

$$p_1 = \text{احتمال سالم ماندن} = (1 - 0.3) \times (1 - 0.4) \times (1 - 0.5) = 0.08464$$

به طور مشابه برای  $p_2$  و  $p_3$ :

$$p_2 = \text{احتمال سالم ماندن} = 0.9312, p_3 = \text{احتمال سالم ماندن} = 0.90307$$

$$p_1 \text{ کسر ماشین برای} = \frac{100}{0.08464} \times 1 = 2/36$$

$$p_2 \text{ کسر ماشین برای} = \frac{70}{0.90307} \times 2 = 3/23$$

$$p_3 \text{ کسر ماشین برای} = \frac{50}{0.9312} \times 3 = 3/36$$

$$A \text{ تعداد ماشین} = 2/36 + 3/23 + 3/36 = 8/94$$

۲۹- گزینه ۲)

$$F_1 + F_2 = \text{کسر مورد نیاز فرز} = \frac{\frac{200}{0.95} \times 2/8 + \frac{300}{0.95} \times 2/6}{8 \times 60 \times 0.8} = 3/673$$

۳۰- گزینه ۴)

← نکته زمان‌های نت اضطراری از زمان در دسترس کسر می‌شود.

← نکته بیکاری‌های مجاز در زمان عملیات لحاظ می‌شود.

← نکته هنگامی که زمان آماده‌سازی مربوط به ساخت و تولید است، در صورت کسر در نظر گرفته می‌شود. یعنی:

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{تعداد قطعه سالم مورد نیاز}}{\text{کارایی} \times \text{زمان در دسترس}}$$

← نکته زمانی که یک اپراتور مشغول یک ماشین است، ضریب استفاده ماشین و اپراتور یکی می‌شود.

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{1000 \times 10 \times 1/2 + 30 \times 10}{(8 \times 60 - 30) \times 0/9} = 30/37$$

۳۱- گزینه ۱)

$$\text{کسر ماشین با کارایی ۸۰٪} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تعداد قطعه سالم مورد نیاز}}{\text{کارایی} \times \text{زمان در دسترس}} = \frac{1000 \times 50}{8 \times 60 \times 60 \times 0/8} = 2/17 \approx 3$$

$$\text{کسر ماشین با کارایی ۹۵٪} = \frac{1000 \times 50}{8 \times 60 \times 60 \times 0/95} = 1/83 \approx 2$$

مشاهده می‌شود با افزایش کارایی این ماشین از ۸۰٪ به ۹۵٪، از تعداد ماشین‌ها یکی کم می‌شود.

۳۲- گزینه ۴)

← نکته قابلیت اطمینان یک ماشین همانند راندمان در تعیین کسر ماشین موثر می‌باشد، کاهش قابلیت اطمینان ماشین منجر به افزایش کسر مورد نیاز ماشین می‌شود. مطابق رابطه مقابل:

$$\text{کسر ماشین} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{تعداد قطعه مورد نیاز}}{\text{قابلیت اطمینان} \times \text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}$$

در این سؤال سه متغیر زمان در دسترس، تعداد قطعه مورد نیاز و زمان استاندارد عملیات نامشخص می‌باشد، بنابراین:

$$\frac{2}{53} = \frac{\text{کل زمان مورد نیاز برای عملیات}}{\text{زمان در دسترس}} \Rightarrow \frac{\text{کل زمان مورد نیاز برای عملیات}}{\text{زمان در دسترس}} = 2/163$$

$$\text{کسر ماشین: مرور زمان و استهلاک} = \frac{\text{کل زمان مورد نیاز برای عملیات}}{\text{زمان در دسترس}} = \frac{2/163}{0/9 \times 0/85} = 2/83$$

۳۳- گزینه ۱)

← نکته کارایی یک ماشین را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$\text{کارایی ماشین} = 1 - \frac{\text{متوسط زمان خرابی} + \text{متوسط زمان راه‌اندازی}}{\text{زمان در دسترس}}$$

X: متوسط زمان راه‌اندازی

$$0/9 = 1 - \frac{X + 1}{2 \times 8} \Rightarrow X = 0/6 \text{ ساعت} = 36 \text{ دقیقه}$$

۳۴- گزینه ۳)

$$\text{تعداد کوره لازم} = \frac{P_n \cdot T_n}{H_n \cdot U_n} = \frac{(400/000 / (1 - 0/06)) \times 2}{1800 \times 60 \times 1} = 7/88 \approx 8$$

۳۵- هیچ کدام

$$M_1 \text{ کسر مورد نیاز} = \frac{4 \times 120 + 1 \times 150 + 3 \times 120 + 3 \times 80}{6 \times 25} = 8/2 \approx 9$$

$$M_2 \text{ کسر مورد نیاز} = \frac{3 \times 120 + 4 \times 150 + 2 \times 120 + 0 \times 80}{6 \times 25} = 8$$

$$M_3 \text{ کسر مورد نیاز} = \frac{2 \times 120 + 4 \times 150 + 3 \times 120 + 1 \times 80}{6 \times 25} = 8/53 \approx 9$$

در بین گزینه‌ها ۹ و ۸ و ۹ وجود ندارد.

### پاسخ‌نامه آزمون آزاد

۳۶- گزینه (۱)

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تقاضا}}{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}$$

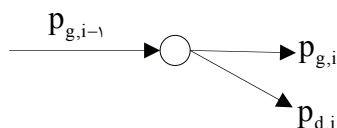
$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\frac{500}{(1-0/2)} \times 5}{8 \times 60 \times 0/80} = 8/14 \approx 8$$

۳۷- هیچ کدام

$$\text{راندمان} = 1 - \frac{\text{زمان خرابی} \times \text{زمان تنظیم}}{\text{کل زمان در دسترس}}$$

$$\text{راندمان} = 1 - \frac{20 + 120}{8 \times 60} = 1 - 0/25 = 0/75 = 75\%$$

۳۸- گزینه (۲)



$$p_{g,i-1} = p_{g,i} + p_{d,i}$$

۳۹- گزینه (۱)

$$\text{کسر ماشین‌آلات مورد نیاز} = \frac{\text{زمان هر قطعه} \times \frac{\text{تعداد قطعه مورد نیاز}}{(\text{درصد ضایعات} - 1)}}{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}$$

با افزایش درصد ضایعات، کسر ماشین‌آلات بالا می‌رود.

۴۰- هیچ کدام

$$\text{راندمان} = \frac{\text{زمان مفید}}{\text{زمان کل}} = \frac{8 \times 60 - (56 + 4)}{8 \times 60} = 0/875 = 87/5\%$$

۴۱- گزینه (۲)

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تقاضا}}{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}} = \frac{500 \times 4}{8 \times 60 \times 0/8} = 5/2 \approx 5$$

۴۲- هیچ کدام

$$\frac{500}{1 - 0.25} \times 4 = \frac{2000}{0.75} = 2666.67 \approx 2667$$

کسر ماشین مورد نیاز

۴۳- گزینه ۳

$$\text{تعداد قطعات ورودی} = \frac{150000}{(1 - 0.3) \times (1 - 0.4) \times (1 - 0)} = 161083$$

۴۴- گزینه ۲

$$100 + 100 \times 0.2 \times 0.8 = 116$$

تعداد قطعه ورودی از مرحله ۱

$$\text{تعداد قطعه ورودی از مرحله ۲} = \underbrace{100 \times 0.2 + 100 \times 0.2 \times 0.7 + \dots}_{\text{سری هندسی}} = \frac{100 \times 0.2}{1 - 0.2 \times 0.7} = \frac{20}{0.86} = 23.25$$

$$116 \times 5 + 23.25 \times 5 = 696.25 \approx 698$$

هزینه ی تولید ۱۰۰ محصول

۴۵- گزینه ۱

$$\text{احتمال سالم ماندن در مرحله ۱ و ۲} = \frac{(1 - 0.2)}{1 - (0.2 \times (1 - 0.3))} = \frac{0.8}{0.86} = 0.93$$

$$\text{احتمال سالم ماندن در مرحله ۳ و ۴} = 0.9 + 0.1 \times 0.6 = 0.96$$

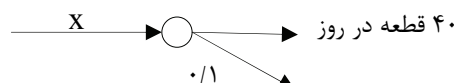
$$\text{احتمال سالم ماندن} = 0.93 \times 0.96 = 0.8928$$

$$\text{تعداد خروجی سالم} = 10000 \times 0.8928 = 8928$$

۴۶- گزینه ۳

در پروسه های گلوگاه و همچنین پروسه هایی که از لحاظ تولیدی مهم هستند؛ عدد محاسبه شده در محاسبه ماشین رند اضافی می باشد.

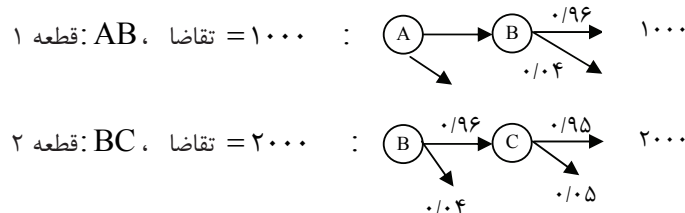
۴۷- گزینه ۲



$$\text{تعداد قطعه ورودی} = \frac{40}{0.9} = 44.44$$

$$\text{مقدار تولید برای سطح خدمت ۹۹/۷۳} = 44.44 \times 0.9973 = 44.32 \approx 45$$

۴۸- گزینه ۱



$$\text{کسر مورد نیاز} = F_{B1} + F_{B2}$$

$$F_{B1} = \frac{1000 \times 3}{0.96} = 1/45$$

$$F_{B2} = \frac{2000 \times 4}{0.95 \times 0.96} = 4/33$$

$$\text{کسر مورد نیاز ماشین B} = 1/45 + 4/33 = 5/78 \approx 5/8$$

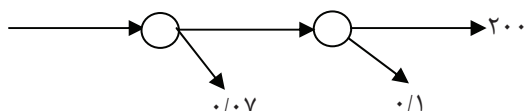
۴۹- گزینه ۳

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تقاضا}}{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}} = \frac{۵۷۶۰ \times ۹۰}{۲ \times ۸ \times ۶۰ \times ۶۰ \times \frac{۰}{۹}} = ۱۰$$

۵۰- گزینه ۴

$$\text{کارایی} = \frac{\text{زمان مفید}}{\text{کل زمان}} = \frac{۸ \times ۶۰ \times ۶۰ - (۱۵۰۰ + ۴۵۰)}{۸ \times ۶۰ \times ۶۰} = ۰/۹۳۲۲ = ۹۳/۲۲\%$$

۵۱- گزینه ۱



$$\text{تعداد قطعه ورودی} = \frac{۲۰۰}{(1 - ۰/۱) \times (1 - ۰/۰۷)} = ۲۳۸/۹ \approx ۲۳۹$$

۵۲- گزینه ۱

$$\text{کسر مورد نیاز ماشین} = \frac{\text{زمان عملیات} \times \text{تقاضا}}{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$\text{کسر مورد نیاز در بازده ۷۵\%} = \frac{۵۰۰ \times ۴۵}{۸ \times ۶۰ \times ۶۰ \times \frac{۰}{۷۵}} = ۱۰/۴۱$$

$$\text{کسر مورد نیاز در بازده ۹۰\%} = \frac{۵۰۰ \times ۴۵}{۸ \times ۶۰ \times ۶۰ \times \frac{۰}{۹۰}} = ۸/۶۸$$

یک ماشین بیکار خواهد شد و ماشین دیگری هم در بیشتر اوقات بیکار است.  $\Rightarrow ۱۰/۴۱ - ۸/۶۸ = ۱/۷۳$  تفاوت کسر ماشین

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۱

$$\left. \begin{aligned} x_r &= ۰/۷x_1 + ۰/۲x_r \\ x_r &= ۰/۶x_r \\ x_r &= ۰/۸x_r + ۰/۳x_r \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} x_r &= ۰/۷x_1 + ۰/۲ \times ۰/۶x_r \rightarrow x_r = ۰/۷۹۵۴x_1 \\ x_r &= ۰/۸ \times ۰/۶x_r + ۰/۳x_r = ۰/۷۸x_r \end{aligned} \right\} \Rightarrow x_r = ۰/۷۸ \times ۰/۷۹x_1 = ۰/۶۲۰۴۵x_1 \Rightarrow$$

$$x_r = ۱۰۰۰۰ \Rightarrow x_1 = \frac{۱۰۰۰۰}{۰/۶۲۰۴۵} = ۱۶۱۱۷۰$$

۲- گزینه ۴

$$\text{متوسط تقاضا} = ۰/۲ \times ۱۰۰۰ + ۰/۵ \times ۱۴۰۰ + ۰/۳ \times ۲۰۰۰ = ۱۵۰۰$$

۳ دقیقه = مدت زمان ساخت هر قطعه

$$\text{ضایعات} = ۰/۵ \quad \text{کسر ماشین در حالت (۱)} = ۲/۳۹۲ = \frac{۱۵۰۰ \times ۳}{۰/۹ \times ۰/۹۵ \times H_1} \Rightarrow H_1 = ۲۲۰۰/۳۱$$

۰/۹ درصد استفاده از ماشین اولیه

$$\text{کسر ماشین در حالت (۲)} = ۲ = \frac{۱۵۰۰ \times ۳}{۰/۹۵ \times ۰/۹۵ \times H_r} \Rightarrow H_r = ۲۴۹۳/۰۷$$

۰/۹۵ درصد استفاده از ماشین ثانویه

$$H_r - H_1 = ۲۴۹۳/۰۷ - ۲۲۰۰/۳۱ = ۲۹۲/۷۶ \approx ۲۹۳$$

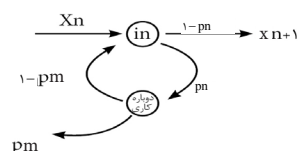
## پاسخ نامه تشریحی تست های آزمون سراسری ۸۹

۳- گزینه ۳

$$P_n + P_n(1-P_m)P_n + P_n^2(1-P_m) + \dots = \frac{P_n}{1-P_n(1-P_m)}$$

= درصد قطعاتی که تحت عملیات دوباره کاری قرار می گیرند.

$$\text{تعداد ماشین مورد نیاز} = \frac{D \cdot T_s}{\beta T \cdot \frac{P_n}{1-P_n(1-P_m)}} = \frac{D(1-P_n(1-P_m))T_s}{\beta T P_n}$$



پاسخ سازمان سنجش گزینه (۲) است.

۴- گزینه ۱

$$\text{زمان راه اندازی} \times \text{تعداد دفعات تولید} + \text{زمان تولید} \times \text{میزان تولید} = \text{تعداد ماشین مورد نیاز}$$

زمان در دسترس ماشین

$$\text{تولید دفعات تعداد} = \frac{1100}{30} = 36/67 \approx 37$$

$$4 = \frac{1100 \times 7 + 37 \times 45 \times 60 \times 0/8}{25/4} \Rightarrow \text{دقیقه } 25/4 = \text{زمان راه اندازی}$$

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل هشتم

| تست | پاسخ     | تست | پاسخ     | تست | پاسخ     |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| ۱   | ۴        | ۱۹  | هیچ کدام | ۳۶  | ۱        |
| ۲   | ۲        | ۲۰  | ۲        | ۳۷  | هیچ کدام |
| ۳   | ۴        | ۲۱  | ۳        | ۳۸  | ۲        |
| ۴   | ۱        | ۲۲  | ۴        | ۳۹  | ۱        |
| ۵   | ۲        | ۲۳  | هیچ کدام | ۴۰  | هیچ کدام |
| ۶   | ۱        | ۲۴  | ۲        | ۴۱  | ۲        |
| ۷   | ۳        | ۲۵  | ۲        | ۴۲  | هیچ کدام |
| ۸   | ۳        | ۲۶  | ۴        | ۴۳  | ۳        |
| ۹   | ۲        | ۲۷  | ۱        | ۴۴  | ۲        |
| ۱۰  | ۴        | ۲۸  | ۴        | ۴۵  | ۱        |
| ۱۱  | ۳        | ۲۹  | ۲        | ۴۶  | ۳        |
| ۱۲  | ۲        | ۳۰  | ۴        | ۴۷  | ۲        |
| ۱۳  | هیچ کدام | ۳۱  | ۱        | ۴۸  | ۱        |
| ۱۴  | ۴        | ۳۲  | ۴        | ۴۹  | ۳        |
| ۱۵  | ۴        | ۳۳  | ۱        | ۵۰  | ۴        |
| ۱۶  | ۳        | ۳۴  | ۳        | ۵۱  | ۱        |
| ۱۷  | ۱        | ۳۵  | هیچ کدام | ۵۲  | ۱        |
| ۱۸  | ۳        |     |          |     |          |



## فصل هفتم

### بالانس خط تولید و مونتاژ

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- طراحی خط تولید و مونتاژ
- بالانس خط تولید و مونتاژ
- تعادل خط تولید
- محاسبه نیروی انسانی لازم برای انجام عملیات

## بالانس خط تولید و مونتاژ

همانگی بین ایستگاه‌های مختلف مونتاژ و تعادل میزان کاری بین بخش‌ها، افراد و تجهیزات

## تعادل خط تولید

برنامه‌ریزی نحوه انجام کار به‌صورتی است که بار کلیه ایستگاه‌ها برابر شده و هر ایستگاه در واحد زمانی استاندارد معینی (زمان سیکل) میزان مشخصی خروجی داشته باشد.

← نکته زمان سیکل، مدت زمان بین خروجی بین دو محصول متوالی در خط مونتاژ است.

$$\text{کل زمان در دسترس در روز} = \frac{\text{نیاز محصول در روز}}{\text{زمان سیکل}}$$

← نکته زمان تاخیر، مجموع زمان‌های بیکاری در ایستگاه‌های کاری می‌باشد.

← نکته شرط تعادل کامل به منزله داشتن زمان تاخیر صفر است.

**تست راهنما** برای دستیابی به یک خط تولید متعادل کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) ایجاد انبار موجودی نیمه‌ساخته در کنار مناطقی که سرعت کمتری دارند.
  - (۲) بهتر کردن تکنیک‌های انجام عملیات
  - (۳) تقسیم عملیات به اجزای کاری مختلف و ترکیب آن‌ها به‌صورت صحیح
  - (۴) عدم اجرای عملیات مونتاژ فرعی در اوقات بیکاری
- (سراسری ۷۳)

← پاسخ تشریحی گزینه ۴

علاوه بر روش‌های گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) می‌توان به موارد زیر نیز اشاره کرد:

- نظارت مستقیم بر ایستگاه‌هایی که سرعت کمتری دارند.
- آموزش افراد و استفاده از سیستم‌های انگیزشی می‌تواند منجر به بالا رفتن راندمان اپراتورها شود.
- کمک اپراتورها در زمان بیکاریشان به اپراتورهای مجاور که زمان سیکل آن‌ها بیشتر است، یعنی ایستگاه آن‌ها کندتر است.
- تقسیم و ترکیب صحیح عملیات باید به‌گونه‌ای باشد که سیکل کاری ایستگاه‌ها تا آن‌جا که امکان دارد، برابر شود.

← نکته

## روش‌های بالانس خط تولید

۱- روش RPW: زمان تجمعی هر یک از ایستگاه‌ها را مشخص کرده و سپس با توجه به زمان سیکل  $(C = \frac{\text{کل زمان عملیات}}{\text{تعداد تولید}})$ ، تعداد نظری ایستگاه‌ها تعیین می‌شود. سپس به‌ترتیب زمان تجمعی تا زمانی که زمان عملیات از زمان سیکل تجاوز نکرده، عملیات به ایستگاه اول اختصاص داده می‌شود. این کار تا تخصیص کلیه عملیات به ایستگاه‌ها ادامه می‌یابد.

$\frac{\text{کل زمان عملیات}}{\text{زمان سیکل تولید}} = \text{حداقل تعداد ایستگاه‌های لازم بدون در نظر گرفتن روابط پیش‌نیازی عملیات}$   
راندمان سیستم بیانگر درصد واقعی است که کل سیستم در حال کار است.

**تست راهنما** عملیات برای تولید محصولی و زمان عملیات بر روی محصولی در نمودار شبکه‌ای مقابل نشان داده شده است. اگر سیکل

نهایی دلخواه یک دقیقه باشد، تعداد ایستگاه‌های لازم براساس RPW (ضریب موقعیت) و راندمان آن چقدر است؟

- |           |           |
|-----------|-----------|
| (۱) ۷۷/۳٪ | (۲) ۸۵/۴٪ |
| (۳) ۸۲/۳٪ | (۴) ۸۹/۲٪ |

(سراسری ۷۸)

## پاسخ تشریحی گزینه ۲

| نام عملیات | $W_i$ | ایستگاه | نام عملیات | زمان عملیات | زمان ایستگاه |
|------------|-------|---------|------------|-------------|--------------|
| ۱          | ۳/۲۸  | ۱       | ۱          | ۰/۱۶        | ۰/۱۶         |
| ۳          | ۲/۵۲  |         | ۳          | ۰/۴۲        | ۰/۵۸         |
| ۴          | ۱/۸۸  |         | ۴          | ۰/۳۸        | ۰/۹۶         |
| ۲          | ۱/۵۲  | ۲       | ۲          | ۰/۶         | ۰/۶          |
| ۶          | ۱/۵   |         | ۵          | ۰/۲۲        | ۰/۸۸         |
| ۵          | ۰/۹۲  | ۳       | ۶          | ۰/۸         | ۰/۸          |
| ۷          | ۰/۷   | ۴       | ۷          | ۰/۷         | ۰/۷          |

بیشترین زمان ایستگاه‌ها مربوط به ایستگاه ۱ می‌باشد با ۰/۹۶؛ بنابراین زمان سیکل ۰/۹۶ خواهد بود.

$$\text{راندمان} = \frac{\text{مجموع زمان عملیات}}{\text{زمان سیکل} \times \text{تعداد ایستگاه کاری}} = \frac{۳/۲۸}{۴ \times ۰/۹۶} = ۸۵/۴\%$$

زمان سیکل کاری بعد از انجام عملیات بالانس تغییر یافت؛ یعنی از ۱ دقیقه به ۰/۹۶ کاهش یافت. این امر در برخی موارد روی می‌دهد.

← نکته

## محاسبه نیروی انسانی در خط تولید و مونتاژ

در هر ایستگاه کاری یک نفر وجود دارد. چنانچه حداقل زمان یکی از عملیات بیشتر از سیکل کاری باشد، در صورت امکان عمل به اجزای کوچک‌تر تقسیم می‌شود. در غیر این صورت زمان انجام عمل را بر سیکل تقسیم کرده و تعداد نیروی انسانی با گرد به سمت بالا به دست می‌آید.

**تست راهنما** مونتاژ یک محصول از ۸ عملیات مختلف تشکیل شده است و زمان استاندارد هر عمل به دقیقه به شرح جدول زیر

است. اگر بخواهیم در یک شیفت ۸ ساعت و ۱۰ دقیقه‌ای، ۷۰۰ محصول تولید کنیم، حداقل کارگر مورد نیاز چقدر است؟

| عملیات | ۱    | ۲    | ۳    | ۴    | ۵    | ۶    | ۷    | ۸    |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| زمان   | ۱/۲۵ | ۱/۳۸ | ۲/۸۸ | ۳/۸۹ | ۱/۲۷ | ۱/۲۹ | ۲/۴۸ | ۱/۲۸ |

(۱) ۲۳ نفر با راندمان ۹۰/۷٪

(۲) ۲۳ نفر با راندمان ۹۲٪

(۳) ۲۵ نفر با راندمان ۹۰/۷٪

(۴) ۲۵ نفر با راندمان ۹۲٪

(سراسری ۸۸)

## پاسخ تشریحی گزینه ۳

برای هر عمل باید تعداد کارگر مشخص شود.

$$\text{زمان سیکل} = \frac{۸ \times ۶۰ + ۱۰}{۷۰۰} = ۰/۷$$

$$۱: \frac{۱/۲۵}{۰/۷} = ۱/۷۸ \approx ۲$$

$$۵: \frac{۱/۲۷}{۰/۷} = ۱/۸۱ \approx ۲$$

$$۲: \frac{۱/۳۸}{۰/۷} = ۱/۹۷ \approx ۲$$

$$۶: \frac{۱/۲۹}{۰/۷} = ۱/۸۴ \approx ۲$$

$$3: \frac{2/88}{0.7} = 4/11 \approx 5$$

$$7: \frac{2/48}{0.7} = 3/54 \approx 4$$

$$4: \frac{3/89}{0.7} = 5/55 \approx 6$$

$$8: \frac{1/28}{0.7} = 1/82 \approx 2$$

$$\text{راندمان} = \frac{(1/25 + 1/38 + \dots + 1/28)}{25 \times 0.7} = \%89/82 \approx \%90$$

$$\text{تعداد نیروی انسانی} = 2 + 2 + 5 + \dots + 2 = 25$$

این در حالتی است که ایستگاه ها بالانس نشود؛ اما در صورت بالانس کردن ایستگاه ها:

$$\text{تعداد نیروی انسانی مورد نیاز} = \frac{(1/25 + 1/38 + \dots + 1/28)}{0.7} = 22/45 \approx 23$$

$$\text{راندمان} = \frac{(1/25 + 1/38 + \dots + 1/28)}{23 \times 0.7} = \%97/36 \approx \%98$$

### تست راهنما

یک سیستم تولیدی با هشت عملیات را در نظر بگیرید که زمان و پیش نیاز عملیات مطابق جدول زیر است:

| عملیات | زمان (دقیقه) | پیش نیاز |
|--------|--------------|----------|
| ۱      | ۷            | -        |
| ۲      | ۸            | ۱        |
| ۳      | ۴            | ۱        |
| ۴      | ۲            | ۱        |
| ۵      | ۴            | ۱        |
| ۶      | ۳            | ۳ و ۲    |
| ۷      | ۵            | ۳        |
| ۸      | ۵            | ۷ و ۶    |

فرض کنید که سیستم بالا در یک شیفت هشت ساعته که نیاز به دو استراحت ۲۰ دقیقه ای دارد، کار می کند. حداکثر خروجی محصول تعداد ایستگاه کاری بعد از بالانس خط و راندمان خط به ترتیب چقدر می باشد؟

(۲) ۳۰ و ۳ و ۸۵ درصد

(۱) ۵۵ و ۵ و ۹۵ درصد

(۴) ۳۰ و ۴ و ۹۰ درصد

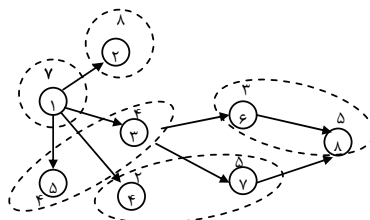
(۳) ۵۵ و ۶ و ۹۵ درصد

(سراسری ۸۴)

### پاسخ تشریحی

گزینه (۱)

دیگرام تقدم و تاخر آن به شکل زیر است و بزرگترین زمان مربوط به عمل ۲ با ۸ دقیقه است، بنابراین:  $\max_{1 \leq i \leq 8} \{t_i\} = 8$  زمان سیکل



براساس زمان سیکل ۸ دقیقه، ۵ ایستگاه کاری داریم.

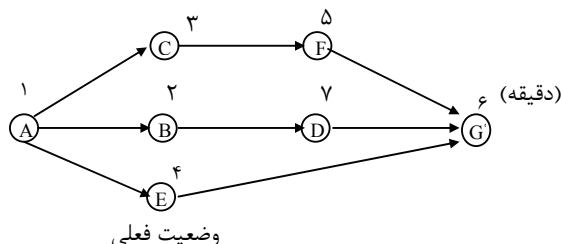
$$\text{زمان در دسترس} = 60 \times 8 - 2 \times 20 = 440$$

$$\text{تعداد قطعه تولیدی} = \frac{440}{8} = 55$$

$$\text{راندمان} = \frac{7 + 8 + \dots + 5}{55 \times 8} = \frac{38}{40} = 0.95$$

## تست راهنما

آن گاه راندمان خط مونتاژ بعد از بالانس خط چقدر خواهد شد؟  
(یعنی ۵۰ درصد) تقلیل دهیم،  
خط مونتاژ کارخانه‌ای به صورت زیر می‌باشد. اگر توان (یا راندمان) ایستگاه E به  $\frac{1}{3}$  (یعنی ۵۰ درصد) تقلیل دهیم،



- (۱) ۰/۷۸  
(۲) ۰/۸۰  
(۳) ۰/۹۱  
(۴) ۰/۹۳

(سراسری ۸۴)

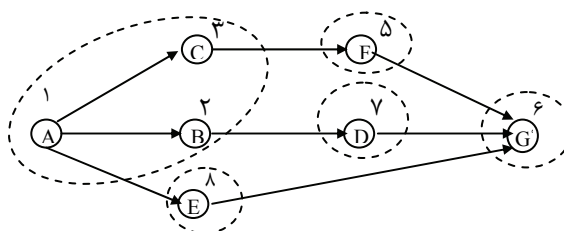
## پاسخ تشریحی

گزینه (۲)

چون راندمان ایستگاه E را ۵۰٪ کاهش دادیم، یعنی زمان عملیات E، دو برابر شده است. اکنون زمان سیکل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{زمان سیکل} = \max_{1 \leq i \leq 7} \{t_i\} = 8$$

براساس زمان سیکل ۸ دقیقه، ۵ ایستگاه کاری وجود دارد که این ایستگاه‌ها به شکل زیر خواهد بود:



$$\text{راندمان} = \frac{1+3+2+8+5+7+6}{5 \times 8} = \frac{32}{40} = 0.8$$

اما راندمان قبل از تقلیل توان ایستگاه E، ۹۱٪ بود که راندمان خط مونتاژ حدود ۱۱٪ کاهش یافت.

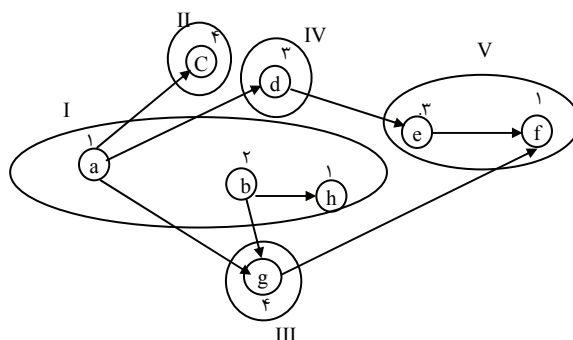
اجزای کاری مطابق شکل زیر به ایستگاه‌ها تخصیص داده شده‌اند. نرخ تولید در ساعت و زمان بیکاری و کارایی

## تست راهنما

خط به ترتیب عبارتند از:

- (۱) ۰/۹۵، ۱، ۲۰  
(۲) ۱۰۰، ۱، ۱۵  
(۳) ۰/۹۵، ۱، ۱۵  
(۴) ۱۰۰، ۰، ۲۰

(زمان بر حسب دقیقه)



(سراسری ۸۳)

## پاسخ تشریحی

گزینه (۳)

$$\text{زمان سیکل} = \max_{1 \leq j \leq 5} \{t_j\} = 4 \quad \text{نرخ تولید در یک ساعت} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{60}{4} = 15$$

$$\text{راندمان} = \frac{1+2+\dots+1}{4 \times 5} = \frac{19}{20} = 0.95$$

میزان بیکاری هم ۱ دقیقه در هر سیکل است که مربوط به ایستگاه IV می‌باشد.

## تبادل کامل

شرط برقراری تبادل کامل به صورت زیر است:

$$\begin{cases} n = \frac{\sum t_i}{c} \\ d = n.c - \sum t_i = 0 \end{cases}$$

c: زمان سیکل

$t_i$ : زمان عمل i ام

d: میزان تاخیر

(۱) n عدد صحیح باشد.

$$\max \{t_i\} \leq c \leq \sum t_i \quad (2)$$

(۳) تعداد ایستگاههای کاری کمتر یا مساوی تعداد عملیات باشد.

**نکته** در مسایل بالانس خط مونتاژ به فرضیات مساله باید توجه کرد. همچنین باید دقت کرد که موارد خواسته شده مساله، قبل از بالانس

می باشد یا بعد از آن.

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل هفتم

## تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

خط مونتاژی روزانه ۸ ساعت کار می‌کند و از فعالیت‌های زیر تشکیل شده است و ۴۰۰ واحد خروجی دارد.

|     |     |       |     |     |     |     |     |                |
|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| H   | G   | F     | E   | D   | C   | B   | A   | فعالیت         |
| G   | F   | D و B | B   | C   | -   | A   | -   | پیش‌نیاز       |
| ۰/۳ | ۰/۴ | ۱     | ۰/۳ | ۰/۶ | ۰/۸ | ۰/۲ | ۰/۲ | زمان مورد نیاز |

زمان بر حسب دقیقه است.

حال به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۱- زمان سیکل مورد نیاز برابر است با :

(۲) ۰/۸۳ دقیقه در هر سیکل

(۱) ۱/۲ دقیقه در هر سیکل

(۴) ۴/۵۶ دقیقه در هر سیکل

(۳) ۳/۷ دقیقه در هر سیکل

۲- تعداد ایستگاه کاری (روند شده) برابر است با:

(۴) ۵ ایستگاه

(۳) ۳ ایستگاه

(۲) ۴ ایستگاه

(۱) ۲ ایستگاه

(سراسری ۷۳)

۳- در یک خط مونتاژ، زمان عملیات مونتاژ در ۶ ایستگاه کاری مختلف با تجهیزات و نیروی انسانی یکسان عبارت از ۹، ۱۷، ۱۱، ۱۴ و ۱۳ دقیقه است. ظرفیت تولید در یک شیفت کاری ۸ ساعته با راندمان ۱۰۰٪ و درصد خرابی صفر، ۳۲ واحد است. با توجه به اطلاعات بالا:

(۱) خط بالا در تعادل کامل نیست.

(۲) خط بالا در تعادل کامل است.

(۳) در صورتی که راندمان خط ۹۵٪ باشد، خط در تعادل کامل است.

(۴) در صورتی که راندمان خط ۹۸٪ و درصد خرابی ۲٪ باشد، خط در تعادل کامل است.

(سراسری ۷۶)

۴- کدام جمله صحیح است؟

(۱) نرخ تولید توسط سریع‌ترین اپراتور تعیین می‌شود.

(۲) زمان سیکل توسط سریع‌ترین ایستگاه کاری تعیین می‌شود.

(۳) نرخ تولید توسط ایستگاهی که گلوگاه است، تعیین می‌شود.

(۴) معمولاً اپراتورهایی که زمان انتظار دارند، کار خود را به همان نسبت سریع‌تر انجام می‌دهند.

(سراسری ۷۸)

۵- در صورتی که نرخ تولید ۲۰۰ واحد در روز از محصولی مورد نظر باشد و این تولید نیاز به انجام ۵ عمل داشته باشد که به ترتیب دارای زمان‌های ۵، ۶/۵، ۷، ۱۵ و ۲/۵ دقیقه باشد، با کارایی ۹۵٪، چند اپراتور باید استخدام کرد؟

(۴) ۱۶

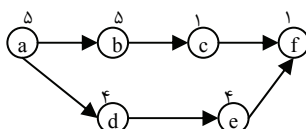
(۳) ۱۵

(۲) ۹

(۱) ۷

(سراسری ۷۹)

۶- با توجه به نمودار تقدم زیر در صورتی که نرخ تولید ۱۲ واحد در ساعت باشد، زمان سیکل و تعداد ایستگاه‌ها به ترتیب چقدر است؟ (زمان‌ها دقیقه هستند)



(۴) ۴، ۴ دقیقه واحد

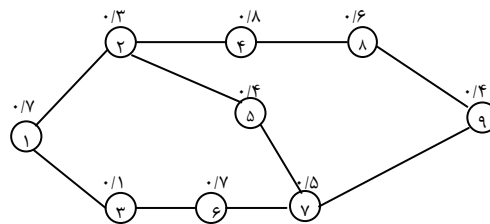
(۳) ۵، ۵ دقیقه واحد

(۲) ۴، ۴ دقیقه واحد

(۱) ۵، ۴ دقیقه واحد

(سراسری ۷۹)

۷- شبکه تولید همراه با زمان استاندارد هر فعالیت در اختیار است، قرار است ۳۰۰ عدد از محصول A در روز تولید شود. هر روز ۸ ساعت و دو استراحت ۱۵ دقیقه‌ای دارد. تعداد ایستگاه‌های کاری همراه با راندمان خط تولید پس از متعادل کردن، کدام است؟



- (۱) سه ایستگاه و ۱۰۰٪  
(۲) دو ایستگاه و ۹۰٪  
(۳) سه ایستگاه و ۸۰٪  
(۴) چهار ایستگاه و ۱۰۰٪

(سراسری ۷۹)

۸- بعد از انجام تخصیص اپراتورها به یک خط تولید که شامل ۵ عمل است، نتایج زیر به دست آمده است. نرخ تولید در ساعت چقدر است؟

| عمل | زمان | تعداد اپراتورها |
|-----|------|-----------------|
| ۱   | ۵    | ۳               |
| ۲   | ۶/۵  | ۴               |
| ۳   | ۷    | ۴               |
| ۴   | ۳    | ۲               |
| ۵   | ۴    | ۲               |

- (۱) ۹  
(۲) ۲۰  
(۳) ۳۰  
(۴) ۳۵

(سراسری ۷۹)

۹- عملیات انجام شده بر روی قطعه در هر ایستگاه کاری (برحسب دقیقه) به صورت زیر است. در این حالت ۲۰٪ قطعات در عملیات شماره ۲ نیاز به دوباره کاری دارند که ۱۰٪ آن‌ها در این مرحله از بین می‌روند. چنانچه در شیفت ۸ ساعته، ۳۲۰ قطعه تولید گردد، نیروی انسانی لازم برای تولید عملیات شماره ۲ چند نفر است؟

| عملیات | ۱ | ۲   | ۳ | ۴   |
|--------|---|-----|---|-----|
| زمان   | ۹ | ۷/۵ | ۳ | ۱/۵ |

- (۱) ۵/۱ (۲) ۵/۷ (۳) ۵/۸ (۴) ۶/۱۶

(سراسری ۸۰)

۱۰- شرکتی را در نظر بگیرید که دارای پنج مرکز کاری (A, B, C, D, E) است که به صورت خط مستقیم قرار گرفته شده‌اند. اگر خروجی واقعی در انتهای خط تولید حدود ۴۸ واحد محصول در روز باشد و ظرفیت هر یک از مراکز کاری به ترتیب ۷۰، ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۸۰ در روز باشد، آن‌گاه به ترتیب ظرفیت سیستم برحسب واحد محصول در روز و کارایی سیستم برحسب درصد حدوداً با کدام گزینه برابر است؟

- (۱) ۵۴ و ۹۰ (۲) ۵۴ و ۶۰ (۳) ۸۰ و ۹۰ (۴) ۸۰ و ۶۰

(سراسری ۸۰)

۱۱- یک کارخانه اتومبیل‌سازی را در نظر بگیرید که ۱۵۰ اتومبیل در ساعت تولید می‌کند و دارای یک کارگاه گیربکس است که این کارگاه دارای سه ایستگاه کاری A, B و C که به ترتیب زمان ساخت گیربکس ۶۰، ۴۵ و ۵۵ ثانیه طول می‌کشد. سپس گیربکس وارد خط اصلی مونتاژ اتومبیل می‌شود. کارایی بالانس در کارگاه چند درصد است؟

- (۱) ۷۴ (۲) ۸۲ (۳) ۷۷ (۴) ۸۵

(سراسری ۸۰)

۱۲- مونتاژ یک محصول از ۸ عملیات مختلف تشکیل شده است که در ۸ ایستگاه انجام می‌شود. زمان استاندارد هر عمل به صورت جدول زیر است. اگر بخواهیم در یک شیفت با زمان ۸ ساعت و ۱۰ دقیقه، ۷۰۰ واحد محصول را تولید کنیم، حداقل نیروی انسانی مورد نیاز چند نفر است؟

| عملیات       | ۱    | ۲    | ۳    | ۴    | ۵    | ۶    | ۷    | ۸    |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| زمان (دقیقه) | ۱/۲۵ | ۱/۳۸ | ۲/۸۸ | ۳/۹۸ | ۱/۲۷ | ۱/۲۹ | ۲/۴۸ | ۱/۲۸ |

- (۱) ۲۳ با راندمان ۹۲٪ (۲) ۲۵ با راندمان ۹۲٪ (۳) ۲۵ با راندمان ۹۰٪ (۴) ۲۳ با راندمان ۹۰٪

(سراسری ۸۱)

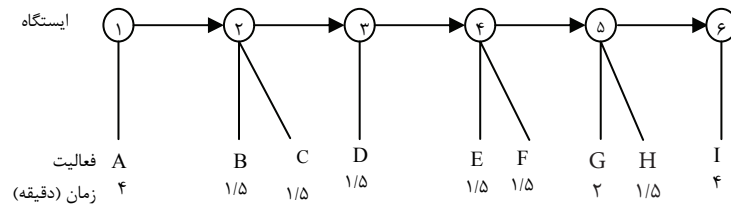
۱۳- یک خط مونتاژ که در حال حاضر ده اپراتور در آن خط کار می‌کند که همه آن‌ها به طور متوسط ۱۹۰ واحد محصول در روز تولید می‌کنند. قرار است نرخ فروش برای محصول ۲۰۰ واحد در روز باشد و شرکت تنها ۸۵٪ ظرفیت کار می‌کند. چه تعداد نیروی انسانی لازم است تا نیاز فروش (یعنی نرخ تولید ۲۰۰ واحد محصول) برآورده گردد؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۳ (۳) ۱۲ (۴) ۱۵

(سراسری ۸۱)



۱۴- یک خط مونتاژ مطابق شکل ارایه می‌شود، به نحوی که خروجی مورد نیاز را در یک شیفت ۸ ساعته تولید می‌کند. حداکثر خروجی روزانه و کارایی خط چقدر است؟



(۴) ۸۰، ۸۳/۳٪

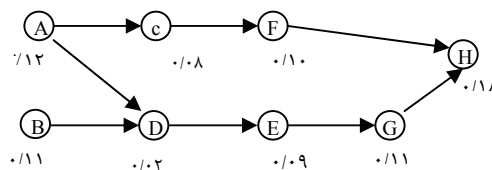
(۳) ۸۰، ۹۱/۶٪

(۲) ۱۲۰، ۸۳/۳٪

(۱) ۱۲۰، ۷۹/۱٪

(سراسری ۸۱)

۱۵- یک خط مونتاژ را در نظر بگیرید که دارای ۸ فعالیت است که زمان انجام هر فعالیت برحسب دقیقه در زیر هر گره مشخص شده است. این فعالیت‌ها به صورت شبکه زیر ارایه شده است که دارای ۵ مرحله است. فرض کنید که زمان کاری در دسترس این خط ۴۲۰ دقیقه در روز است. اگر چنانچه این خط دارای یک ایستگاه باشد، زمان سیکل و حداکثر خروجی روزانه تولیدی خط چقدر است؟



(۱) ۱۸۲۶، ۲۳/۰٪

(۲) ۵۱۹، ۸۱/۰٪

(۳) ۱۴۴۸، ۲۹/۰٪

(۴) ۲۳۳۳، ۱۸/۰٪

(سراسری ۸۱)

۱۶- در یک کارگاه برای تولید یک محصول عملیات‌هایی با زمان‌های ۰/۸، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۴ انجام می‌شود. اگر زمان سیکل برابر با یک دقیقه باشد، چند ایستگاه عملی لازم است؟

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۱

(۱) ۲

(سراسری ۸۱)

۱۷- برای ساخت محصولی از روش خط تولید استفاده می‌شود. نحوه اختصاص عملیات به ایستگاه‌های کاری به صورت زیر است:

| ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ |
|-----------|-----------|
| A و C و D | B و E     |

همچنین مشخصات هر یک از عملیات در جدول زیر آمده است. تعداد منابع مورد نیاز خط تولید چقدر است؟

| منبع          | زمان | نام عملیات |
|---------------|------|------------|
| $S_1$ و $S_2$ | ۱۰   | A          |
| $S_1$ و $S_2$ | ۱۵   | B          |
| $S_1$ و $S_2$ | ۵    | C          |
| $S_1$ و $S_2$ | ۱۰   | D          |
| $S_1$ و $S_2$ | ۱۰   | E          |

(۲)  $S_2 = 4$ ،  $S_1 = 1$ ،  $S = 5$

(۱)  $S_2 = 1$ ،  $S_1 = 1$ ،  $S = 1$

(۴)  $S_2 = 2$ ،  $S_1 = 1$ ،  $S = 2$

(۳)  $S_2 = 2$ ،  $S_1 = 1$ ،  $S = 5$

(سراسری ۸۲)

۱۸- در یک ایستگاه مونتاژ که عملیات آن به صورت دستی انجام می‌پذیرد، ۶ نوع محصول مونتاژ می‌گردد. اگر زمان مونتاژ برای ۶ محصول به ترتیب ۲، ۳، ۲/۵، ۴/۵، ۳ و ۵ دقیقه باشد، اگر بخواهیم در یک شیفت ۸ ساعته از هر کدام از محصولات ۱۰۰ عدد تولید گردد، به چه تعداد نیروی انسانی نیاز است. فرض کنید راندمان فعالیت در ایستگاه ۹۰٪ باشد.

(۴) ۶

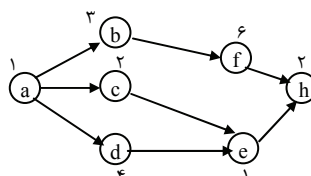
(۳) ۵

(۲) ۱

(۱) ۳

(سراسری ۸۲)

۱۹- دیاگرام تقدم- تاخری زیر را در نظر بگیرید. اگر  $C.T = 5$  (زمان سیکل) باشد با روش (Position Rank Weighting) PRW چند ایستگاه کاری لازم است؟



(۱) ۳ ایستگاه یک اپراتوری

(۲) ۲ ایستگاه دو اپراتوری

(۳) ۱ ایستگاه یک اپراتوری و ۲ ایستگاه دو اپراتوری

(۴) ۲ ایستگاه یک اپراتوری و ۱ ایستگاه دو اپراتوری

(سراسری ۸۳)

۲۰- برای ساخت محصولی سه ایستگاه مطابق جدول زیر طراحی شده است. قیمت فروش هر واحد محصول برابر ۷۰ واحد و هزینه تولید هر محصول (به جز هزینه منابع) ۵ واحد است. هزینه ساعتی هر منبع برابر ۲۰ واحد می باشد. اگر بخواهیم سیکل کاری را به ۲ دقیقه برسانیم، سود حاصل از تولید محصولات اضافی در یک دوره زمانی یک ساعته چقدر است؟

| شماره ایستگاه       | ۱  | ۲  | ۳ |
|---------------------|----|----|---|
| زمان عملیات (دقیقه) | ۱۰ | ۲۰ | ۸ |
| تعداد منبع          | ۳  | ۶  | ۴ |

(۱) صفر

(۲) ۱۸۰

(۳) ۴۲۰

(۴) ضرر می دهیم.

(سراسری ۸۳)

۲۱- یک شرکت تولیدی را در نظر بگیرید که حداقل ظرفیت خروجی مورد نظر برابر ۳۲۰ محصول در روز می باشد. این شرکت در یک شیفت ۸ ساعته کار می کند. اگر نرخ دستمزد نیروی انسانی ۵ واحد پولی در ساعت باشد، کل هزینه بیکاری در روز چقدر است؟

| فعالیت | زمان (ثانیه) | پیش نیاز |
|--------|--------------|----------|
| A      | ۷۰           | -        |
| B      | ۸۰           | A        |
| C      | ۴۰           | B        |
| D      | ۲۰           | B        |
| E      | ۴۰           | C و D    |
| F      | ۳۰           | C و D    |
| G      | ۵۰           | E و F    |
| H      | ۵۰           | G        |

(۱) ۵۱

(۲) ۶۱

(۳) ۷۱

(۴) ۸۱

(سراسری ۸۳)

۲۲- طول مدت زمانی که یک محصول در خط تولید زیر قرار دارد، چقدر است؟



(۴) ۱۶ دقیقه

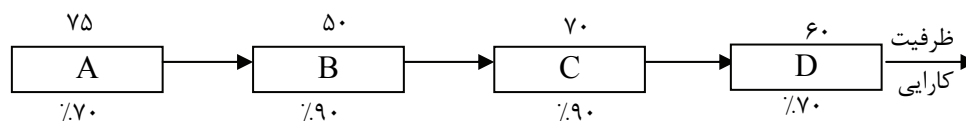
(۳) ۱۴ دقیقه

(۲) ۱۱ دقیقه

(۱) ۴ دقیقه

(سراسری ۸۴)

۲۳- یک سیستم خدماتی را در نظر بگیرید که دارای چهار کارمند مطابق شکل زیر می باشد. ظرفیت انجام خدمات در ساعت و کارایی هر کارمند داده شده است. خروجی واقعی خط (در یک سیکل کاری) چقدر است؟



(۴) ۴۵

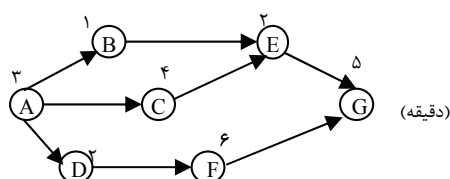
(۳) ۳۳

(۲) ۲۸

(۱) ۲۶

(سراسری ۸۴)

۲۴- دیاگرام تقدم و تاخر (شبکه PN) خط مونتاژ کارخانه ای به شکل زیر است. اگر در هر ایستگاه یک نفر مشغول به کار باشد، راندمان خط مونتاژ چند درصد است؟



(۱) ۵۵/۷

(۲) ۷۶/۹

(۳) ۹۳/۴

(۴) ۹۵/۸

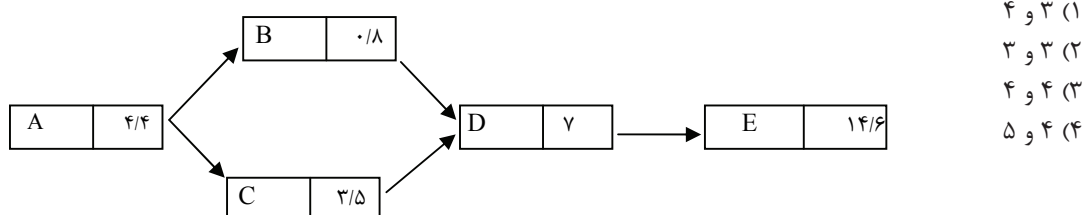
(سراسری ۸۴)

۲۵- کل تعداد نیروی انسانی لازم در یک خط تولیدی با شش عملیات و زمان مطابق جدول زیر چقدر است؟ اگر تقاضای روزانه ۵۰۰ واحد محصول باشد و فرض کنید که خط تولید در یک شیفت ۸ ساعته با راندمان ۹۰٪ کار می‌کند.

| عملیات | زمان استاندارد (دقیقه) |        |
|--------|------------------------|--------|
| ۱      | ۱/۳                    | ۱۷ (۱) |
| ۲      | ۲/۵                    | ۱۸ (۲) |
| ۳      | ۱/۱                    | ۱۹ (۳) |
| ۴      | ۳/۸                    | ۲۰ (۴) |
| ۵      | ۱/۹                    |        |
| ۶      | ۲/۷                    |        |

(سراسری ۸۴)

۲۶- یک سیستم تولیدی را در نظر بگیرید که قرار است ۶ محصول در ساعت تولید کند. هر اپراتور تنها ۸۰٪ از زمان تولید می‌کند (یعنی کارایی خط ۸۰٪ است). تعداد ایستگاه کاری و تعداد اپراتور از لحاظ عملی چقدر است؟



(سراسری ۸۴)

۲۷- مطلوب است تعیین کل نیروی انسانی لازم برای یک خط تولیدی که دارای ۵ عملیات زیر است. فرض کنید ۷۰۰ واحد محصول در یک شیفت ۸ ساعته تولید می‌شود.

| شماره عملیات        | ۱    | ۲    | ۳    | ۴    | ۵    |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| زمان عملیات (دقیقه) | ۱/۲۵ | ۱/۳۸ | ۲/۸۸ | ۳/۸۴ | ۱/۲۸ |

۱۷ (۴)      ۱۶ (۳)      ۱۵ (۲)      ۱۴ (۱)

(سراسری ۸۵)

۲۸- یک خط مونتاژ که اطلاعات آن مطابق جدول زیر است، در نظر بگیرید. اگر بخواهیم تعداد ۳ ایستگاه کاری داشته باشیم، حداکثر خروجی تولید در یک شیفت ۸ ساعته حدوداً چقدر است؟

|   | پیش‌نیاز | زمان (دقیقه) |
|---|----------|--------------|
| A | -        | ۰/۶۲         |
| B | A        | ۰/۳۵         |
| C | A        | ۰/۱۰         |
| D | B        | ۰/۱۹         |
| E | C        | ۰/۵۵         |
| F | E        | ۰/۱۴         |
| G | D و F    | ۰/۳۵         |
| H | G        | ۰/۲۸         |

۴۵۰ (۱)  
۵۰۰ (۲)  
۵۵۰ (۳)  
۶۰۰ (۴)

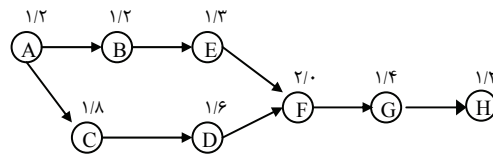
(سراسری ۸۶)

۲۹- خط تولید زیر را در نظر بگیرید که قرار است ۶۰ واحد محصول در یک شیفت ۸ ساعته تولید کند. هر اپراتور حدود ۹۰٪ از زمان کار می‌کند. کارایی خط تولید چقدر است؟ (زمان عملیات بر حسب دقیقه در گره تعریف شده است.)



(سراسری ۸۶)

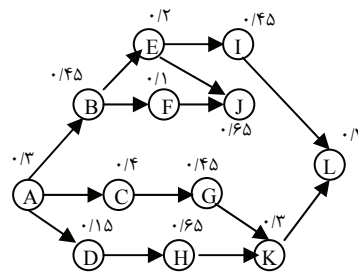
۳۰- یک خط مونتاژ را به صورت زیر در نظر بگیرید که قرار است ۱۴۰ واحد محصول را در یک شیفت ۷ ساعته تولید نماید. درصد بیکاری خط چقدر است؟ (زمان‌ها بر حسب دقیقه)



- (۱) ۱۵/۴۵  
(۲) ۱۸/۷۸  
(۳) ۱۹/۲۷  
(۴) ۲۱/۳۳

(سراسری ۸۷)

۳۱- نمودار تقدم همراه با زمان انجام برای هر عمل مونتاژ مطابق شکل زیر است. اگر فقط ۳ اپراتور در دسترس باشند، حداکثر نرخ تولید در ساعت چقدر است؟ (زمان‌ها بر حسب دقیقه)



- (۱) ۳۲۰  
(۲) ۸۰  
(۳) ۴۵  
(۴) ۴۰

(سراسری ۸۷)

### تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۳۲- کدام یک از نشانه‌های زیر نشان‌دهنده غیربالانس بودن یک خط تولیدی است؟

- (۱) از کارافتادگی ماشین‌آلات  
(۲) پایین بودن راندمان  
(۳) افزایش موجودی انبارها  
(۴) موجودی پای کار زیاد و عدم تجانس ظرفیت‌ها

(آزاد ۷۹)

۳۳- برای دستیابی به یک خط تولید متعادل از کدام گزینه نمی‌توان کمک گرفت؟

- (۱) بهتر بودن تکنیک‌های انجام عملیات  
(۲) افزایش راندمان کاری کارگران  
(۳) وجود انبارهای میان فرآیند  
(۴) طراحی بخش تحویل و ارسال مناسب

(آزاد ۸۱)

۳۴- یک خط مونتاژ را با ۹ فعالیت زیر در نظر بگیرید که قرار است حدود ۱۸۰ محصول در روز تولید نماید. اگر زمان کاری ۸ ساعت در روز باشد که ۱۵٪ آن بیکاری در نظر گرفته شود (Allowance). آن‌گاه درصد کل بیکاری خط چقدر است؟

| فعالیت       | A   | B  | C   | D  | E  | F   | G  | H  | I  |
|--------------|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|
| زمان (ثانیه) | ۴۰  | ۲۰ | ۶۰  | ۴۰ | ۳۰ | ۳۵  | ۴۵ | ۶۰ | ۴۰ |
| پیش‌نیاز     | ... | A  | ... | C  | D  | ... | F  | G  | H  |

(۴) ۹/۳ درصد

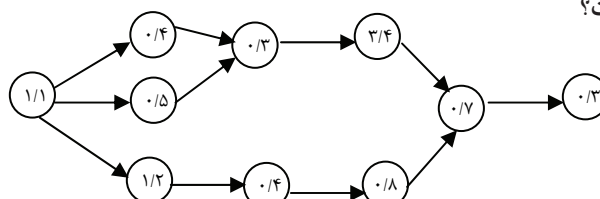
(۳) ۷/۸ درصد

(۲) ۱۰/۴ درصد

(۱) ۸/۶ درصد

(آزاد ۸۵)

۳۵- یک خط مونتاژ را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید که زمان هر فعالیت در داخل هر گره بر حسب دقیقه نشان داده شده است. فرض کنید که یک شیفت کاری ۸ ساعته داریم که دارای سه استراحت ۱۰ دقیقه است. اگر خروجی خط ۳۶۰ محصول سالم باشد، آن‌گاه راندمان خط مونتاژ چقدر است؟



- (۱) ۹۴/۸ درصد  
(۲) ۸۹/۳ درصد  
(۳) ۹۱ درصد  
(۴) ۹۲/۶ درصد

(آزاد ۸۵)

۳۶- یک سیستم تولیدی با ۷ عملیات را در نظر بگیرید که زمان و پیش نیاز عملیات مطابق با جدول زیر است. فرض کنید که سیستم بالا در یک شیفت ۸ ساعته که نیاز به ۲ استراحت ۳۰ دقیقه‌ای دارد، کار می‌کند. حداکثر خروجی محصول و تعداد ایستگاه کاری بعد از بالانس خط به ترتیب چقدر است؟

| عملیات | زمان | پیش نیاز |
|--------|------|----------|
| ۱      | ۵    | -        |
| ۲      | ۶    | ۱        |
| ۳      | ۴    | ۱        |
| ۴      | ۳    | ۲        |
| ۵      | ۸    | ۲ و ۳    |
| ۶      | ۶    | ۴        |
| ۷      | ۸    | ۵ و ۶    |

- (۱) تقریباً ۵۲ با ۴ ایستگاه کاری  
(۲) تقریباً ۵۴ با ۵ ایستگاه کاری  
(۳) تقریباً ۵۳ با ۶ ایستگاه کاری  
(۴) تقریباً ۵۳ با ۵ ایستگاه کاری

(آزاد ۸۶)

۳۷- بر روی یک خط مونتاژ هفت فعالیت با زمان‌های پردازش مندرج در جدول زیر انجام می‌شوند. در صورتی که بخواهیم در ۸ ساعت کار، ۴۸ محصول مونتاژ نماییم، در کل چند ایستگاه کار نیاز است؟

| فعالیت | زمان‌های پردازش | توالی انجام |
|--------|-----------------|-------------|
| A      | ۳ دقیقه         | -           |
| B      | ۴ دقیقه         | A           |
| C      | ۲ دقیقه         | A           |
| D      | ۱ دقیقه         | B و C       |
| E      | ۳ دقیقه         | A           |
| F      | ۴ دقیقه         | D و E       |
| G      | ۳ دقیقه         | F           |

- (۱) یک  
(۲) دو  
(۳) سه  
(۴) چهار

(آزاد ۸۸)

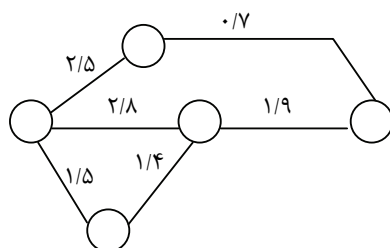
۳۸- بر روی یک خط مونتاژ که زمان‌های پردازش وظایف و توالی انجام آن‌ها در جدول زیر ارایه شده است؛ حداقل به چند ایستگاه کاری نیاز است؟

| وظایف | زمان‌ها (دقیقه) | وظایف قبلی |
|-------|-----------------|------------|
| A     | ۱               | -          |
| B     | ۲               | A          |
| C     | ۲               | B          |
| D     | ۴               | A/E        |
| E     | ۳               | -          |
| F     | ۴               | C/D        |

- (۱) ۳  
(۲) ۴  
(۳) ۲  
(۴) ۱

(آزاد ۸۸)

۳۹- شبکه تولید محصولی با زمان استاندارد هر فعالیت در اختیار است. قرار است ۱۶۰ واحد محصول در هر روز کاری ۸ ساعته تولید شود. تعداد ایستگاه کاری و راندمان خط کدام است؟



- (۱) ۳ ایستگاه - ۹۵٪  
(۲) ۴ ایستگاه - ۸۵٪  
(۳) ۶ ایستگاه - ۶۰٪  
(۴) ۴ ایستگاه - ۹۰٪

(آزاد ۸۸)

۴۰- اطلاعات جدول زیر مربوط به فعالیت‌های لازم برای ساخت یک نوع محصول است. با توجه به شیفت خالص ۴۸۰ دقیقه در روز و حداقل سیکل زمانی، نرخ تولید روزانه برای خط مونتاژ کدام است؟

| فعالیت       | A | B   | C | D     | E   | F   | G     |
|--------------|---|-----|---|-------|-----|-----|-------|
| پیش نیاز     | - | A   | A | B و C | D   | D   | E و F |
| زمان (دقیقه) | ۳ | ۲/۲ | ۴ | ۲/۳   | ۳/۱ | ۱/۵ | ۳/۹   |

- (۱) ۳۵۰  
(۲) ۱۲۰  
(۳) ۲۴۰  
(۴) ۳۰۰

(آزاد ۸۸)

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- شرکتی باید ۴۰۰۰ واحد از محصول را در هر هفته کاری ۴۰ ساعته خود خریداری کند تا تقاضای فصل تعطیلات را برآورده سازد. فرآیند ساخت این محصول می‌تواند به ۶ مرحله تقسیم شود. پیش‌نیاز و زمان مورد نیاز هر مرحله در زیر آمده است. تعداد ایستگاه‌های کاری و ضریب کارایی (راندمان) خط تولید به ترتیب چقدر است؟

| مرحله کاری | پیش‌نیاز | زمان (دقیقه) |
|------------|----------|--------------|
| A          | -        | ۰/۱          |
| B          | A        | ۰/۴          |
| C          | A        | ۰/۵          |
| D          | -        | ۰/۲          |
| E          | C,D      | ۰/۶          |
| F          | B,E      | ۰/۴          |

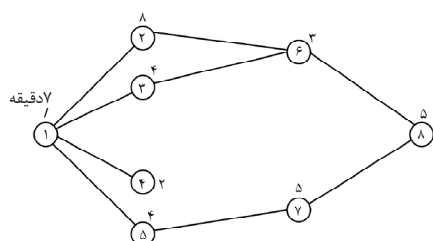
(۱) ۴ و ۹۱/۶۷ درصد

(۲) ۳ و ۹۸/۷۵ درصد

(۳) ۳ و ۹۵/۷۵ درصد

(۴) ۴ و ۹۷/۶۷ درصد

۲- سیستم تولیدی زیر را در نظر بگیرید. زمان انجام عملیات به دقیقه در شکل زیر داده شده است. اگر نرخ دستمزد نیروی انسانی ۹۰۰ واحد پولی در ساعت و شیفت کاری ۸ ساعت باشد، کل هزینه بیکاری در روز چقدر است؟



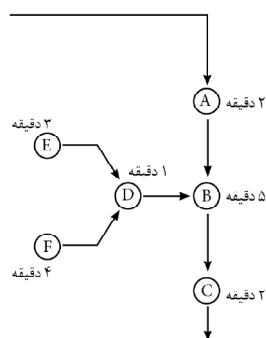
(۱) ۱۸۰

(۲) ۹۰۰

(۳) ۲۷۰۰

(۴) ۱۸۰۰

۳- در نمودار مونتاژ مقابل با ۶ ایستگاه و زمان‌های عملیات بر حسب دقیقه، در صورتی که به ۶۰ قطعه در یک شیفت کاری ۸ ساعته با راندمان ۷۵ درصد نیاز باشد، کارایی خط مونتاژ بعد از بالانس چند درصد است؟



(۱) ۴۷/۲

(۲) ۵۶/۷

(۳) ۸۵

(۴) ۷۰/۸

## پاسخنامه تشریحی فصل هفتم

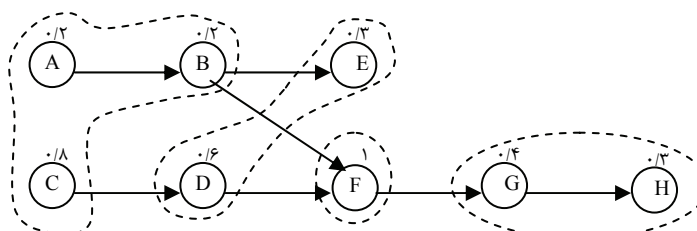
## پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۱)

$$\text{زمان در دسترس} = \frac{\text{تعداد خروجی خط}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{۸ \times ۶۰}{۴۰۰} = ۱/۲ \text{ دقیقه واحد}$$

۲- گزینه ۲)

۴ ایستگاه وجود دارد.



$$\text{کارایی} = \frac{\sum t_i}{n.c} = ۷۹/۱۷$$

۳- گزینه ۱)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{نرخ تولید}} = \frac{۴۸۰}{۳۲} = ۱۵ \text{ دقیقه}$$

خط مونتاژ با این شرایط نمی‌تواند در تعادل کامل باشد، زیرا در ایستگاه دوم، زمان بیشتر از ۱۵ دقیقه می‌باشد.

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}{\text{نرخ تولید}}$$

زمان سیکل با راندمان ۰/۹۵، ۱۴/۲۵ دقیقه می‌باشد؛ بر این اساس خط در تعادل کامل نیست.

زمان سیکل با راندمان ۰/۹۸ و درصد خرابی ۰/۲، ۱۴/۴۱ دقیقه می‌باشد که باز هم خط در تعادل کامل نیست.

۴- گزینه ۳)

نرخ تولید توسط ایستگاهی که گلوگاه است، تعیین می‌شود. در واقع کندترین ایستگاه، نرخ تولید را تعیین می‌کند.

۵- گزینه ۴)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{۸ \times ۶۰ \times ۰/۹۵}{۲۰۰} = ۲/۲۸ \text{ دقیقه}$$

$$\text{تعداد نیروی انسانی در حالت تئوری} = \frac{\sum t_i}{c} = \frac{۵ + ۶/۵ + ۷ + ۱۵ + ۲/۵}{۲/۲۸} = \frac{۳۶}{۲/۲۸} = ۱۵/۷۸ \approx ۱۶$$

اگر  $X_i$  را تعداد اپراتورها برای عمل  $i$  ام در نظر بگیریم:

$$X_1 = \frac{۵}{۲/۲۸} = ۲/۱۹ \approx ۳$$

$$X_2 = \frac{۶/۵}{۲/۲۸} = ۲/۸۵ \approx ۳$$

$$X_3 = \frac{۷}{۲/۲۸} = ۳/۰۷ \approx ۴$$

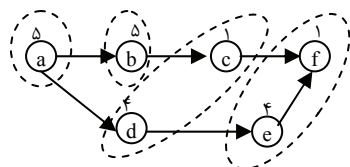
$$X_f = \frac{15}{2/28} = 6/57 \approx 7$$

$$X_d = \frac{2/5}{2/28} = 1/0.9 \approx 2$$

$$\sum X_i = 19 = \text{تعداد کل اپراتورها در حالت عملی}$$

۶- گزینه (۱)

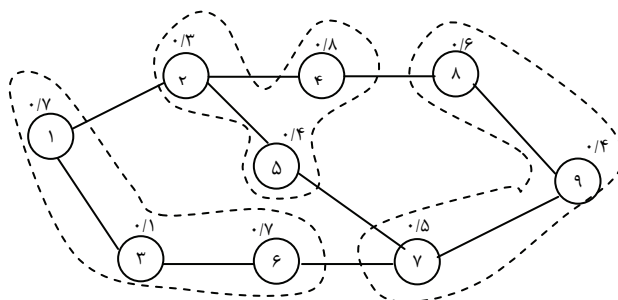
$$\text{زمان در دسترس} = \frac{60}{120} = 5 \text{ دقیقه واحد}$$



$$\text{تعداد ایستگاه‌ها یا} \quad \frac{\sum t_i}{c} = \frac{20}{5} = 4$$

۷- گزینه (۱)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{(8 \times 60 - 2 \times 15)}{300} = 1/5$$



$$\text{کارایی} = \frac{\sum t_i}{nc} = \frac{0/7 + 0/3 + \dots + 0/4}{3 \times 1/5} = \frac{4/5}{4/5} = 100\%$$

۳ ایستگاه با راندمان ۱۰۰ درصد وجود دارد.

۸- گزینه (۳)

زمان هر اپراتور محاسبه می‌شود.

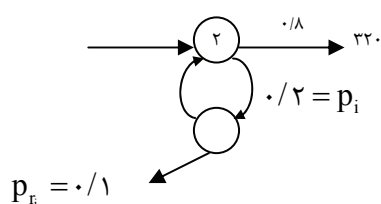
$$\text{زمان هر اپراتور} = \max \{ \text{زمان هر اپراتور} \} = 2$$

| عمل | زمان | تعداد اپراتورها | زمان هر اپراتور      |
|-----|------|-----------------|----------------------|
| ۱   | ۵    | ۳               | $\frac{5}{3} = 1/66$ |
| ۲   | ۶/۵  | ۴               | ۱/۶۲                 |
| ۳   | ۷    | ۴               | ۱/۷۵                 |
| ۴   | ۳    | ۲               | ۱/۵                  |
| ۵   | ۴    | ۲               | ۲                    |

$$\text{نرخ تولید در ساعت} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{60}{2} = 30$$

۹- گزینه (۱)

فرآیند تولید در عمل به‌دو صورت زیر است:



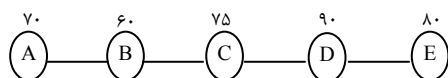
$$\text{احتمال سالم بودن} = \frac{1 - p_i}{1 - (p_i(1 - p_{f_i}))} = \frac{1 - 0/2}{1 - 0/2 \times (1 - 0/1)} = 0/9756$$



$$\text{تعداد قطعه ورودی به عمل ۲} = \frac{۳۲۰}{۰/۹۷۵۶} \approx ۳۲۸$$

$$\text{زمان در دسترس} = \frac{۸ \times ۶۰}{۳۲۸} = ۱/۴۶$$

$$\text{تعداد اپراتور برای عمل شماره ۲} = \frac{\text{زمان عمل ۲}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{۷/۵}{۱/۴۶} = ۵/۱۳ \approx ۵/۱$$



۱۰- گزینه ۴)

شکل کلی این شرکت به صورت مقابل است:

ظرفیت سیستم براساس کمترین ظرفیت مراکز کاری یعنی ۶۰ تعیین می شود و بنابراین:

$$\text{کارایی سیستم} = \frac{\text{خروجی}}{\text{ظرفیت}} = \frac{۴۸}{۶۰} = ۰/۸ = ۸۰\%$$

۱۱- گزینه ۱)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{۶۰}{۵۰} = ۱/۲ = ۷۲ \text{ ثانیه}$$

| ایستگاه | زمان عملیات | زمان بیکاری |
|---------|-------------|-------------|
| A       | ۶۰          | ۱۲          |
| B       | ۴۵          | ۲۷          |
| C       | ۵۵          | ۱۷          |

$$\text{کارایی} = ۱ - \frac{\text{کل زمان بیکاری}}{\text{زمان سیکل} \times \text{تعداد ایستگاه}} = ۱ - \frac{۵۶}{۳ \times ۷۲} = ۰/۷۴۰۷ = ۷۴$$

یا

$$\text{کارایی} = \frac{\sum t_i}{n.c} = \frac{۶۰ + ۴۵ + ۵۵}{۳ \times ۷۲} = \frac{۱۶۰}{۲۱۶} = ۷۴$$

۱۲- گزینه ۱)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{۶۰ \times ۸ + ۱۰}{۷۰۰} = ۰/۷$$

 $X_i$ : تعداد اپراتورها در عمل  $i$  ام  
 زمان همه عملیات بزرگتر از زمان سیکل می باشد.

$$X_1 = \frac{۱/۲۵}{۰/۷} = ۱/۷۸ \approx ۲$$

$$X_2 = \frac{۱/۳۸}{۰/۷} = ۱/۹۷ \approx ۲$$

$$X_3 = \frac{۲/۸۸}{۰/۷} = ۴/۱۱ \approx ۵$$

$$X_4 = \frac{۳/۹۸}{۰/۷} = ۵/۶۸ \approx ۶$$

$$X_5 = \frac{۱/۲۷}{۰/۷} = ۱/۸۱ \approx ۲$$

$$X_6 = \frac{۱/۲۹}{۰/۷} = ۱/۸۴ \approx ۲$$

$$x_v = \frac{2/48}{0/7} = 3/54 \approx 4$$

$$x_a = \frac{1/28}{0/7} = 1/82 \approx 2$$

$$\sum x_i = 25 = \text{تعداد کل اپراتورها در حالت عملی}$$

$$\text{تعداد نیروی انسانی در حالت تئوری} = \frac{\sum t_i}{c} = \frac{1/25 + 1/38 + \dots + 1/28}{0/7} = \frac{15/81}{0/7} = 22/58 \approx 23 \text{ نفر}$$

$$\text{راندمان} = \frac{23}{25} = 0/92 = 92\%$$

۱۳- گزینه ۲)

$$\text{زمان در دسترس} \times \text{ظرفیت} = \frac{\text{زمان سیکل}}{\text{تعداد محصولات}}$$

 $t_i$ : زمان عمل  $i$  ام ،  $x$ : زمان در دسترس

 $n$ : تعداد ایستگاه در حالت فعلی،  $n'$ : تعداد ایستگاه در حالت جدید می باشد.

$$\frac{\sum t_i}{C} \leq n \quad \leftarrow \text{نکته}$$

$$\text{زمان سیکل فعلی (C)} = \frac{1+x}{190} \rightarrow \sum t_i = n.C = 10 \times \frac{x}{190} = \frac{x}{19}$$

$$\text{زمان سیکل جدید (C')} = \frac{0/85 \times x}{200} \rightarrow n' = \frac{\sum t_i}{C'} = \frac{\frac{x}{19}}{0/85 \times x / 200} = \frac{200}{19 \times 0/85}$$

$$n' = 12/38 \approx 13$$

۱۴- گزینه ۱)

زمان سیکل با توجه به زمان کندترین ایستگاه تعیین می شود. بنابراین زمان سیکل تولید ۴ دقیقه است.

$$\text{نرخ تولید روزانه} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{8 \times 60}{4} = 120$$

$$\text{کارایی خط مونتاژ} = \frac{\sum t_i}{n.c} = \frac{4 + 1/5 + \dots + 4}{6 \times 4} = \frac{19}{24} = 0/791 = 79/1\%$$

۱۵- گزینه ۲)

چون خط دارای یک ایستگاه است، بنابراین زمان سیکل برابر مجموع زمان های همه عملیات می باشد.

$$c = \sum_{i=1}^n t_i = 0/81$$

$$\text{حداکثر خروجی روزانه} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{420}{0/81} = 518/52 \approx 519$$

$$\sum_{i=1}^4 t_i = \frac{0.8 + 0.5 + \dots + 0.4}{1} = 3.3$$

حدافل تعداد ایستگاه کاری = ۴

اما باید بررسی کرد که با این تعداد ایستگاه می توان زمان بندی انجام داد یا نه؟

| ایستگاه | زمان عملیات | زمان ایستگاه |
|---------|-------------|--------------|
| ۱       | ۰/۸         | ۰/۸          |
| ۲       | ۰/۵<br>۰/۳  | ۰/۸          |
| ۳       | ۰/۷         | ۰/۷          |
| ۴       | ۰/۶<br>۰/۴  | ۱            |



در سیستم خط تولید به ازای هر عملیات که در هر ایستگاه انجام می شود بایستی منبع مورد نیاز برای انجام آن عملیات در آن ایستگاه تعیین شود. همچنین در هر لحظه فقط بر روی یک عملیات کار انجام می گیرد. بنابراین دو عملیات در یک ایستگاه که منبع مشترک کلی دارند، فقط به یک منبع از آن ها نیازمندیم.

| منابع ایستگاه                      | منبع عملیات       | نام عملیات | ایستگاه |
|------------------------------------|-------------------|------------|---------|
| S, S <sub>۱</sub> , S <sub>۲</sub> | S, S <sub>۲</sub> | A          | ۱       |
|                                    |                   | C          |         |
|                                    |                   | D          |         |
| S, S <sub>۲</sub>                  | S, S <sub>۲</sub> | B          | ۲       |
|                                    |                   | E          |         |

بنابراین می توان نوشت: S<sub>۲</sub> = ۲, S<sub>۱</sub> = ۱ و S = ۲ پس گزینه (۴) صحیح می باشد.

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{راندمن} \times \text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد محصولات}} = \frac{8 \times 60 \times 0.9}{100} = 4.32$$

هیچ دو فعالیتی نمی توانند در یک ایستگاه انجام شوند؛ چون زمان مجموع آن ها از زمان سیکل تجاوز می کند و از سوی دیگر زمان دوتا از فعالیت ها از زمان سیکل بیشتر است. بنابراین:

| ایستگاه | زمان | تعداد اپراتور                        |
|---------|------|--------------------------------------|
| ۱       | ۲    | ۱                                    |
| ۲       | ۳    | ۱                                    |
| ۳       | ۲/۵  | ۱                                    |
| ۴       | ۴/۵  | $\frac{4/5}{4/32} = 1.041 \approx 1$ |
| ۵       | ۳    | ۱                                    |
| ۶       | ۵    | $1/15 \approx 2$                     |

تعداد نیروی انسانی در حالت عملی ۷ است.

تعداد نیروی انسانی در حالت تئوری عبارت است از:

$$N = \frac{\sum t_i}{C} = 4.62 \approx 5$$

۱۹- گزینه ۴)

عمل f زمانی بیش از زمان سیکل دارد. بنابراین این ایستگاه بیش از یک اپراتور دارد، یعنی :

$$\frac{6}{5} = 1/2 \approx 2 = \text{تعداد اپراتور}$$

| ایستگاه | نام عملیات | زمان عملیات | زمان ایستگاه |
|---------|------------|-------------|--------------|
| ۱       | a<br>d     | ۱<br>۴      | ۵            |
| ۲       | b<br>e     | ۳<br>۲      | ۵            |
| ۳       | f          | ۶           | ۶            |
| ۴       | e<br>h     | ۱<br>۲      | ۳            |

بر این اساس یک ایستگاه دو اپراتوری و ۳ ایستگاه یک اپراتوری داریم. اما می‌توان به ایستگاه ۳ و ۴ دو اپراتور تخصیص داد و به دو ایستگاه دیگر هر یک، یک اپراتور. بنابراین دو ایستگاه ۱ اپراتوری و یک ایستگاه ۲ اپراتوری داریم.

۲۰- هیچ کدام

زمان دسترسی به هر منبع تعیین می‌شود و نهایتاً زمان سیکل تعیین می‌شود.

$$\text{زمان سیکل} = \max_{1 \leq i \leq 3} \{t_i\} = \max \left\{ \frac{10}{3}, \frac{20}{6}, \frac{1}{4} \right\} = 3/33$$

$$\text{میزان افزایش تولید در ازای کاهش سیکل} = \frac{60}{3/33} - \frac{60}{2} = 11/98 \approx 12$$

$$12 \times 5 = 60 = \text{هزینه اضافه تولید}$$

$$12 \times 70 = 840 = \text{فروش اضافه تولید}$$

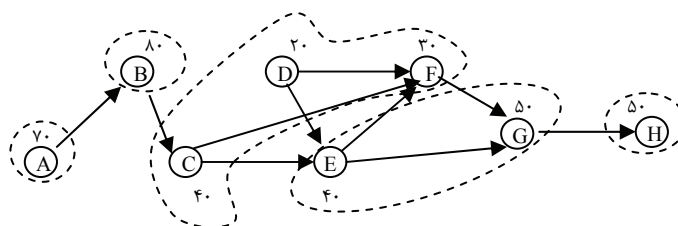
$$20 \times (5 + 10 + 4) = 380 = \text{هزینه منابع}$$

$$840 - (380 + 60) = 400 = \text{سود}$$

۲۱- گزینه ۳)

$$\text{زمان در دسترس} = \frac{8 \times 60}{320} = 1/5 = 90 \text{ ثانیه}$$

دیگرام تقدم و تاخر آن به صورت زیر است:



تعداد ایستگاه‌های کاری، ۵ ایستگاه تعیین شد که به هر ایستگاه، یک اپراتور تخصیص داده شد.

$$\text{میزان زمان بیکاری} = n \times c - \sum t_i = 5 \times 90 - 380 = 70 \text{ ثانیه}$$

$$\text{تعداد سیکل‌ها در روز} = \frac{8 \times 60}{1/5} = 320$$

$$\text{میزان بیکاری در روز بر حسب ساعت} = \frac{320 \times 70}{60 \times 60} = 6/22 \text{ دقیقه}$$

$$\text{هزینه بیکاری در روز} = 6/22 \times 5 = 31/1$$

اما اگر بدون توجه به بالانس خط صورت گیرد، زمان سیکل همان ۹۰ ثانیه است اما تعداد ایستگاه‌ها، ۶ ایستگاه می‌شود.

ثانیه  $160 = 380 - 6 \times 90 = 6 \times 90 - 380$  میزان زمان بیکاری

$$\text{تعداد سیکل‌ها در روز} = \frac{8 \times 60 \times 60}{90} = 320$$

$$\text{دقیقه} \quad 14/22 = \frac{320 \times 160}{60 \times 60} = \text{میزان بیکاری در روز بر حسب ساعت}$$

$$\text{هزینه بیکاری در روز} = 14/22 \times 5 = 71/1$$

۲۲- گزینه ۳

ایستگاه ۳ گلوگاه است، به جز قطعه اول که ۱۱ دقیقه طول می‌کشد تا تولید شود، از قطعه دوم به بعد فقط ۱۲ دقیقه طول می‌کشد تا قطعه به ایستگاه ۴ برسد. بنابراین ۱۴ دقیقه طول می‌کشد تا قطعات تولید شوند.

۲۳- هیچ کدام

در عملیات سری، خروجی خط را کندترین ایستگاه تعیین می‌کند. ایستگاه با بالاترین زمان، گلوگاه است.



ابتدا کارایی هر ایستگاه را در ظرفیت آن ضرب کرده تا خروجی هر ایستگاه تعیین شود:

$$0/7 \times 0/75 = 52/5$$

$$0/9 \times 50 = 63$$

$$0/9 \times 0/5 = 45$$

$$0/7 \times 60 = 42$$

کندترین ایستگاه، ایستگاه ۴ است که خروجی آن ۴۲ می‌باشد.

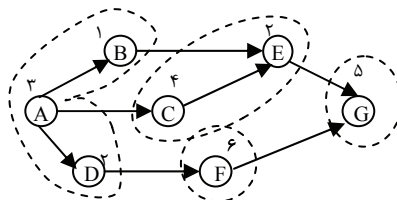
۲۴- گزینه ۴

زمان سیکل بر اساس  $\max\{t_i\}$  تعیین می‌شود.  
 $1 \leq i \leq 7$

$$\text{زمان سیکل (c)} = \max\{t_i\} = 6$$

بر اساس زمان سیکل ۶ دقیقه‌ای، ایستگاه‌های کاری تعیین می‌شود. (شکل زیر). ۴ ایستگاه کاری تعیین گردید.

$$\text{راندمان} = \frac{\sum t_i}{n.c} = \frac{23}{24} = 95/8\%$$



۲۵- گزینه ۳

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه ی تولیدی}} = \frac{8 \times 60 \times 0/9}{500} = 0/86 \text{ دقیقه}$$

پس از محاسبه زمان سیکل، تعداد اپراتورهای هر عمل تعیین می‌شود.

$X_i$ : تعداد اپراتور لازم برای عمل  $i$ ام

$$X_1 = \frac{1/3}{0/86} = 1/51 \approx 2$$

$$X_4 = \frac{3/8}{0/86} = 4/42 \approx 5$$

$$X_7 = \frac{2/5}{0/86} = 2/91 \approx 3$$

$$X_5 = \frac{1/9}{0/86} = 2/21 \approx 3$$

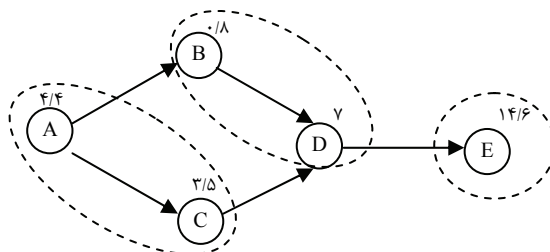
$$X_3 = \frac{1/1}{0/86} = 1/28 \approx 2$$

$$X_6 = \frac{2/7}{0/86} = 3/14 \approx 4$$

$$\text{تعداد کل اپراتورها} = \sum_{i=1}^6 X_i = 19$$

۲۶- گزینه ۱)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{60 \times 0.8}{6} = 8$$



۳ ایستگاه وجود دارد که ایستگاه III، دو اپراتور نیاز دارد. بنابراین ۴ اپراتور نیاز است.

۲۷- گزینه ۴)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{8 \times 60}{700} = 0.68$$

پس از محاسبه زمان سیکل، تعداد اپراتورها برای هر عمل محاسبه می‌شود:

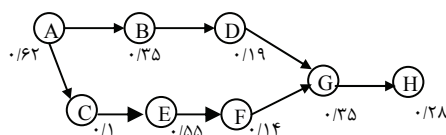
$X_i$ : تعداد اپراتور عمل  $i$  ام

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{1/25}{0.68} = 1/83 \approx 2 & X_4 &= \frac{3/84}{0.68} = 5/64 \approx 6 \\ X_2 &= \frac{1/38}{0.68} = 2/0.2 \approx 2 & X_5 &= \frac{1/28}{0.68} = 1/88 \approx 2 \\ X_3 &= \frac{2/88}{0.68} = 4/23 \approx 5 \end{aligned}$$

تعداد کل اپراتورها، ۱۷ می‌باشد. البته این محاسبات قبل از بالانس صورت گرفته است. چون صورت مساله این گونه خواسته است.

۲۸- گزینه ۲)

دیاگرام تقدم و تاخر این خط مونتاژ به صورت زیر است:



چون ۳ ایستگاه کاری داریم و حداکثر نرخ خروجی خواسته شده است، باید زمان سیکل حداقل شود. بر این اساس:

زمان سیکل با توجه به جدول زیر ۰/۹۶ است. بنابراین:

| ایستگاه | فعالیت           | زمان ایستگاه |
|---------|------------------|--------------|
| ۱       | A<br>C           | ۰/۷۲         |
| ۲       | B<br>E           | ۰/۹          |
| ۳       | D<br>F<br>G<br>H | ۰/۹۶         |

$$\text{حداکثر نرخ خروجی} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{زمان سیکل حداقل}} = \frac{8 \times 60}{0.96} = 500$$

۲۹- گزینه ۴

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{راندمان} \times \text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه مورد نیاز}} = \frac{8 \times 60 \times 0.9}{60} = 7.2 \text{ دقیقه}$$

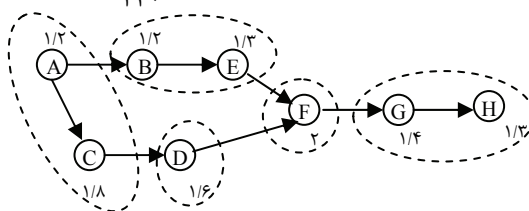
$$\text{تعداد ایستگاهها} = \frac{\text{مجموع زمان عملیات}}{\text{زمان سیکل}} = \frac{6/4 + 2/8 + \dots + 16/6}{7.2} = \frac{40/3}{7.2} = 5.6 \approx 6$$

$$\text{کارایی خط} = \frac{\text{مجموع زمان عملیات}}{\text{زمان سیکل} \times \text{تعداد ایستگاه}} = \frac{40/3}{6 \times 7.2} = 0.933 = 93.3\%$$

۳۰- گزینه ۴

با توجه به زمان سیکل، ابتدا تعداد ایستگاهها و سپس درصد بیکاری تعیین می شود.

$$\text{زمان سیکل (c)} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد قطعه تولیدی}} = \frac{60 \times 7}{140} = 3$$



۵ ایستگاه کاری وجود دارد. (n = 5)

$$\text{درصد بیکاری} = 1 - \frac{\sum t_i}{n \cdot c} = 1 - \frac{1/2 + 1/2 + \dots + 1/3}{5 \times 3} = 1 - \frac{11/8}{15} = 0.2133 = 21.33\%$$

۳۱- گزینه ۴

$$\text{حداقل زمان سیکل} = \frac{\text{مجموع زمان عملیات}}{\text{تعداد اپراتورها}} = \frac{0.3 + 0.45 + \dots + 0.3}{3} = \frac{4/4}{3} = 1/47 \text{ دقیقه}$$

$$\text{حداکثر نرخ تولید در ساعت} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{حداقل زمان سیکل}} = \frac{60}{1/47} = 40/81 \approx 40$$

## پاسخنامه آزمون آزاد

۳۲- گزینه ۱

در صورتی که خط تولید بالانس نباشد؛ کارگران بیکاری دارند، موجودی در جریان ساخت افزایش می یابد و راندمان خط تولید ۱۰۰٪ نمی باشد و برخی ماشین ها از کارافتادگی دارند.

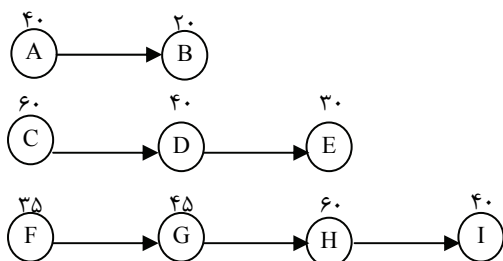
۳۳- گزینه ۴

برای دستیابی به یک خط تولید متعادل می توان کارهای زیر را انجام داد:

- ۱- افزایش بهره وری کارکنان
- ۲- تغییر روش های انجام عملیات
- ۳- وجود انبارهای نیم ساخته
- ۴- ارتباط مناسب بین دستگاه ها

۳۴- گزینه ۴

$$\text{زمان سیکل} = \frac{8 \times 60 \times 0.85}{180} = 2.26 \text{ دقیقه} = 136 \text{ ثانیه}$$



$$n = \frac{\sum t_i}{C} = \frac{370}{136} = 2.72 \Rightarrow n = 3$$

$$\text{درصد بیکاری} = 1 - \frac{370}{3 \times 136} = 93.1\% = 9/31$$

۳۵- گزینه ۳

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد محصول مورد نیاز}} = \frac{8 \times 60 - 3 \times 10}{36} = 1/25$$

| ایستگاه | عملیات      | زمان | بیکاری                |
|---------|-------------|------|-----------------------|
| ۱       | ۱/۱         | ۱/۱  | ۰/۱۵                  |
| ۲       | ۰/۴+۰/۵+۰/۳ | ۱/۲  | ۰/۰۵                  |
| ۳       | ۱/۲         | ۱/۲  | ۰/۰۵                  |
| ۴       | ۰/۴+۰/۸     | ۱/۲  | ۰/۰۵                  |
| ۵       | ۰/۷+۰/۳     | ۱    | ۰/۲۵                  |
| ۶       | ۳/۴         | ۳/۴  | ۰/۳۵ = ۳ × ۱/۲۵ - ۳/۴ |

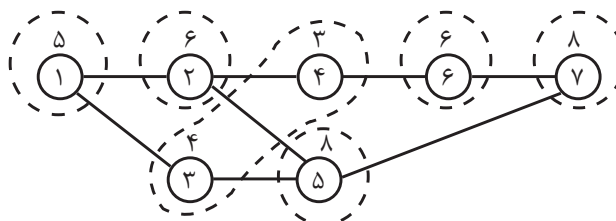
$$\text{راندمان خط مونتاژ} = \frac{8 \times 1/25 - 0/9}{8 \times 1/25} = \frac{9/1}{10} = 91\%$$

۳۶- گزینه ۳

دقیقه ۸ = C

زمان سیکل را برابر ماکزیمم  $t_i$  ها لحاظ می‌کنیم؛ یعنی:

$$\text{حداکثر خروجی} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{حداقل سیکل زمانی}} = \frac{8 \times 60 - 2 \times 30}{8} = 52/5 \approx 53$$



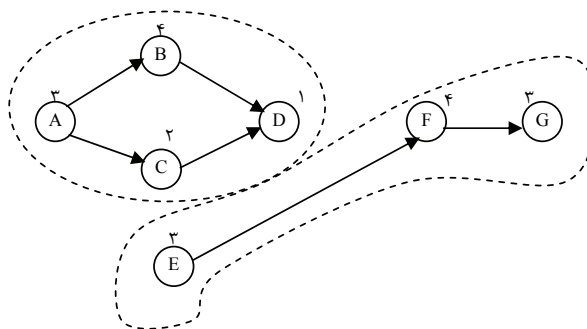
از شکل می‌توان دریافت که ۶ ایستگاه کاری لازم است.

۳۷- گزینه ۲

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد مورد نیاز}} = \frac{8 \times 60}{48} = 10 \text{ دقیقه}$$

دیاگرام تقدم و تاخر آن به شرح زیر است:



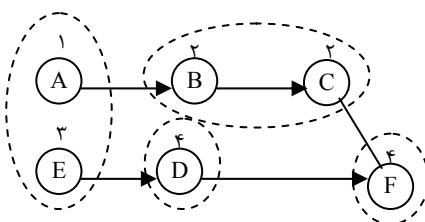


۲ ایستگاه کاری لازم است، راندمان خط ۱۰۰٪ می باشد.

۳۸- گزینه ۲)

$$C = \max \{t_i\} = 4$$

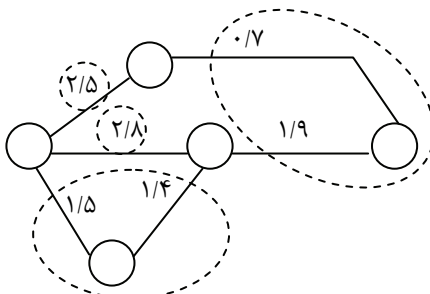
زمان سیکل را برابر ماکزیمم  $t_i$  ها لحاظ می کنیم؛ یعنی:



بنابراین به ۴ ایستگاه نیاز داریم.

۳۹- گزینه ۴)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد محصول مورد نیاز}} = \frac{80 \times 60}{160} = 30 \text{ دقیقه}$$



۴ ایستگاه کاری وجود دارد.

$$\text{راندمان} = \frac{\sum t_i}{n.C} = \frac{10/8}{4 \times 3} = 0/9$$

۴۰- گزینه ۲)

$$C = \max_{1 \leq i \leq 7} \{t_i\} = 4$$

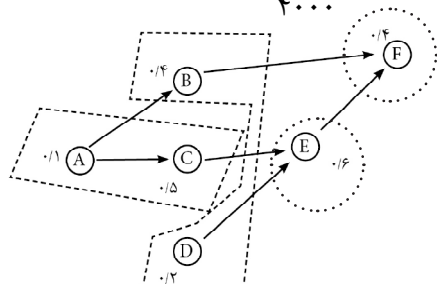
$$\text{حداکثر نرخ تولید روزانه} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{حداقل سیکل زمانی}} = \frac{480}{4} = 120$$

پاسخ نامه تشریحی تست های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۱)

$$\text{دقیقه} = \frac{40 \times 60}{4000} = 0.6 \text{ دقیقه}$$

مدت زمان تولید هر قطعه

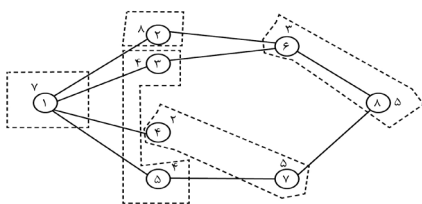


| ایستگاه های کاری | زمان بیکاری ایستگاه |
|------------------|---------------------|
| A , C            | ○                   |
| B , D            | ○                   |
| E                | ○                   |
| F                | 0.2                 |

$$\text{کارایی} = \frac{4 \times 0.6 - 0.2}{4 \times 0.6} = 91.67\%$$

۲- گزینه ۴)

بیشترین زمان انجام کار مربوط به ایستگاه ۲ به میزان ۸ واحد زمانی است. بنابراین سیکل کاری را نیز ۸ واحد زمان در نظر می گیریم.



دقیقه در هر سیکل ۲ = مجموع زمان بیکاری

۲ ساعت = ۱۲۰ دقیقه = مجموع زمان بیکاری ⇒

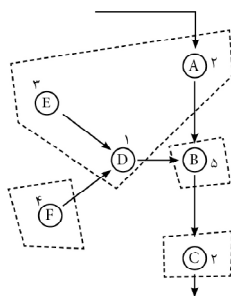
$$\text{تعداد سیکل های کاری در یک روز} = \frac{480}{8} = 60$$

واحد پولی ۱۸۰۰ = ۲ × ۹۰۰ = بیکاری هزینه

۳- گزینه ۴)

$$\text{دقیقه} = \frac{480 \times 0.75}{60} = 6 \text{ دقیقه}$$

زمان سیکل



$$\text{کارایی} = \frac{17}{6 \times 4} = 70.83\%$$

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل هشتم

| پاسخ | تست | پاسخ     | تست | پاسخ | تست |
|------|-----|----------|-----|------|-----|
| ۲    | ۲۸  | ۲        | ۱۵  | ۱    | ۱   |
| ۴    | ۲۹  | ۳        | ۱۶  | ۲    | ۲   |
| ۴    | ۳۰  | ۴        | ۱۷  | ۱    | ۳   |
| ۴    | ۳۱  | ۳        | ۱۸  | ۳    | ۴   |
| ۱    | ۳۲  | ۴        | ۱۹  | ۴    | ۵   |
| ۴    | ۳۳  | هیچ کدام | ۲۰  | ۱    | ۶   |
| ۴    | ۳۴  | ۳        | ۲۱  | ۱    | ۷   |
| ۳    | ۳۵  | ۳        | ۲۲  | ۳    | ۸   |
| ۳    | ۳۶  | هیچ کدام | ۲۳  | ۱    | ۹   |
| ۲    | ۳۷  | ۴        | ۲۴  | ۴    | ۱۰  |
| ۲    | ۳۸  | ۳        | ۲۵  | ۱    | ۱۱  |
| ۴    | ۳۹  | ۱        | ۲۶  | ۱    | ۱۲  |
| ۲    | ۴۰  | ۴        | ۲۷  | ۲    | ۱۳  |
|      |     |          |     | ۱    | ۱۴  |



## فصل هشتم

### محاسبه تعداد نیروی انسانی

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- محاسبه تعداد نیروی انسانی
- نیروی انسانی مورد نیاز
- اختصاص چند ماشین به یک اپراتور
- سرویس همزمان
- سرویس تصادفی

## نیروی انسانی مورد نیاز

تعداد نیروی انسانی مورد نیاز در یک واحد صنعتی به عواملی همچون تعداد ایستگاه‌های کاری، میزان کار دستی، تعداد شیفت‌های کاری و بزرگی و کوچکی واحد بستگی دارد.

**نکته** ← تعداد نیروی انسانی مورد نیاز در عملیات مونتاژ دستی، همانند تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز برآورد می‌شود. یعنی:

$$F_n : \frac{T_n \cdot P_n}{H_n \cdot U_n}$$

$F_n$ : تعداد نیروی انسانی

$H_n$ : تعداد ساعات در دسترس برای تولید قطعه  $n$  ام

$T_n$ : زمان استاندارد ساخت قطعه  $n$  ام

$U_n$ : ضریب استفاده از اپراتور (درصد اوقاتی که انتظار می‌رود، اپراتور به کار  $n$  ام تخصیص دهد).

مواردی همچون غیبت، تأخیر قابل اجتناب، بیکاری‌های غیرمجاز در  $T_n$  لحاظ می‌شود.

**نکته** ← نیازهای نیروی انسانی در فضاهای تولیدی غیرمونتاژ را می‌توان بر اساس یکی از سه حالت زیر یا ترکیبی از این‌ها در نظر گرفت.

(۱) اختصاص یک ماشین به یک اپراتور

(۲) اختصاص چند ماشین به یک اپراتور ← استفاده از نمودار انسان- ماشین

(۳) اختصاص چند اپراتور به یک ماشین ← استفاده از نمودار فرآیند گروهی

**نکته** ← هنگامی که یک اپراتور فقط به یک ماشین سرویس‌دهی می‌کند،  $U_n$  اپراتور و ماشین یکی است.

## اختصاص چند ماشین به یک اپراتور

سه حالت سرویس همزمان، سرویس کاملاً تصادفی و ترکیبی از این دو سرویس را می‌توان در نظر گرفت.

## سرویس همزمان (حالت ایده‌آل)

$$N = \frac{a + c}{a + b}$$

$N$ : تعداد ماشین واگذار شده به اپراتور

$a$ : زمان درگیری همزمان اپراتور و ماشین مانند بارگذاری و تخلیه

$b$ : زمان فعالیت مستقل اپراتور مثل راه رفتن، بازرسی، بسته‌بندی

$c$ : زمان فعالیت مستقل ماشین مانند عملیات خودکار ماشین

در این وضعیت، سه حالت مختلف پیش می‌آید:

(۱)  $N$  صحیح باشد: اپراتور و ماشین هر دو بیکاری ندارند.

(۲)  $N$  صحیح نباشد و از رند نقصانی ( $m$ ) استفاده شود: ماشین پیوسته در حال کار است، ولی اپراتور بیکاری دارد.

$$\text{زمان بیکاری اپراتور} = \underbrace{(a + c)}_{\text{زمان سیکل}} - m(a + b)$$

در این حالت، سیکل را ماشین تعیین می‌کند.

(۳)  $N$  صحیح نباشد و از رند اضافی ( $m'$ ) استفاده شود: اپراتور پیوسته در حال کار است، ولی ماشین بیکاری دارد.

$$\text{زمان بیکاری ماشین} = m'(a + b) - (a + c)$$

## تست راهنما

با توجه به اطلاعات داده شده در حالتی که تنها یک اپراتور داشته باشیم، تعداد اقتصادی ماشین چقدر است؟

| زمان | فعالیت             |          |
|------|--------------------|----------|
| ۴    | آماده‌سازی ماشین   | ۱۲/۵ (۱) |
| ۲    | پیاده کردن قطعه    | ۱۱ (۲)   |
| ۴۴   | فعالیت ماشین       | ۵/۱۵ (۳) |
| ۱/۵  | بازرسی و بسته‌بندی | ۵ (۴)    |
| ۲/۵  | حرکت کارگر         |          |

(سراسری ۷۹)

## پاسخ تشریحی گزینه ۴

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{4+2+44}{4+2+1/5+2/5} = 5$$

## تست راهنما در یک مغازه لباس‌شویی، دو ماشین لباس‌شویی و یک ماشین خشک‌کن موجود است. زمان عملیات به شرح

زیر است. اگر یک نفر مسئول کار با این ماشین‌ها باشد، زمان سیکل را به‌دست آورید.

| لباس‌شویی | خشک‌کن |                  |
|-----------|--------|------------------|
| ۲         | ۳      | بارگذاری (۱) ۶۶  |
| ۳۵        | ۲۱     | کار ماشین (۲) ۳۹ |
| ۲         | ۳      | تخلیه (۳) ۷۸     |
|           |        | (۴) ۵۴           |

(سراسری ۷۶ و آزاد ۸۷ و آزاد ۸۸)

## پاسخ تشریحی گزینه ۴

برای به‌دست آوردن زمان سیکل لازم است از نمودار انسان- ماشین استفاده کنیم. نکته قابل ذکر این است که هر سیکل شامل دوبار به‌کارگیری ماشین خشک‌کن و یک بار ماشین لباس‌شویی است. حال داریم:

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{4+35}{4} = 9.75 > n = 2 \rightarrow c_1 = a+c = 39$$

ماشین لباس‌شویی

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{27}{6} = 4.5 > n = 1 \rightarrow c_2 = a+c = 2 \times 27 = 54$$

ماشین خشک‌کن

پس زمان سیکل ۵۴ است و ماشین‌های لباس‌شویی هر کدام ۱۵ واحد زمانی بیکارند.

$$15 = 54 - 39 = \text{میزان بیکاری هر ماشین لباس‌شویی}$$

نمودار انسان- ماشین به‌شرح زیر است:

U: زمان تخلیه  
R: زمان اجرا  
I: زمان بارگذاری  
L: زمان بیکاری

|             |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| لباس شویی ۱ | I |   |   | U | L | R |   |   |  | I |
| لباس شویی ۲ | I |   | U | L | R |   |   |   |  | I |
| خشک کن      | U | L | R |   |   | U | L | R |  | U |

استفاده از هزینه برای تعیین تعداد ماشین (m یا m')

$$M = \frac{C_1}{C_2}$$

$$\ell = \frac{M + [N]}{M + [N]} \times \frac{N}{[N]} \rightarrow \begin{cases} \ell < 1 & ; \text{اختصاص } m \text{ ماشین به اپراتور} \\ \ell > 1 & ; \text{اختصاص } m' \text{ ماشین به اپراتور} \\ \ell = 1 & ; \text{m یا } m' \text{ تفاوتی ندارد} \end{cases}$$

m: روند تصادفی تعداد ماشین،  $m = [N]$

روند تصادفی تعداد ماشین:  $m$        $m = [N]$       هزینه یک ساعت کار اپراتور:  $C_1$

روند اضافی تعداد ماشین:  $m'$        $m' = [N] + 1$       هزینه یک ساعت کار ماشین:  $C_2$

$T$ : زمان سیکل

نکته ← هزینه هر واحد تولید براساس تخصیص  $m$  ماشین در هر سیکل به یک اپراتور -  $(C_m)$

۱)  $m \leq N$

$$C_m = (C_1 + mC_2) \frac{T}{m} = \frac{(C_1 + mC_2)(a + C)}{m}$$

۲)  $m \geq N$

$$C_m = (C_1 + mC_2) \frac{T}{m} = (C_1 + mC_2)(a + b)$$

### تست راهنما

در کارگاهی ۳ کارگر مشغول به کاراند. در صورتی که برای یک نوع ماشین خاص، هزینه هر ساعت کار ماشین، ۲۰۰ و دستمزد کارگر ۱۵۰ تومان در ساعت باشد و زمان بارگذاری و تخلیه هر ماشین ۵ دقیقه و زمان کار آن ۱۳ دقیقه باشد، جمعا چند ماشین در این کارگاه موجود است؟

۱۲ (۴)

۹ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

(سراسری ۷۹)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۳

$$M = \frac{C_1}{C_2} = \frac{150}{200} = 0.75$$

$$N = \frac{a + c}{a + b} = \frac{5 + 13}{5} = 3.6$$

$$\ell = \frac{M + [N]}{M + [N] + 1} \times \frac{N}{[N]} = \frac{0.75 + 3}{0.75 + 4} \times \frac{3.6}{3} = 0.65 < 1$$

باید به هر اپراتور  $m = 3$  ماشین اختصاص داد. بنابراین جمعا ۹ ماشین در کارگاه وجود دارد.

### سرویس کاملاً تصادفی

در این حالت زمان سرویس ماشین و طول آن معلوم نمی‌باشد، اما میانگین آن موجود است.

$p$ : احتمال کارکرد ماشین

$q = 1 - p$ : احتمال توقف ماشین

با استفاده از توزیع دو جمله‌ای می‌توان درصد بیکاری ماشین را تعیین نمود.

زمانی که ماشین آماده کار می‌باشد، ولی اپراتور مشغول سرویس‌دهی به ماشین دیگری است، «زمان از دست رفته» گویند.

نکته ← میزان زمان از دست رفته در طول یک شیفت  $T$  ساخته برابر است با  $T(nq + p^n - 1)$  که در آن  $n$  تعداد ماشین‌ها می‌باشد.

$$\text{درصد زمان از دست رفته} = \frac{nq + p^n - 1}{n}$$

$$\text{زمان تولید + زمان سرویس} = \frac{\text{زمان متوسط تولید هر قطعه}}{\text{زمان از دست رفته} - 1}$$

$$\text{میزان تولید هر ماشین در هر ساعت} = \frac{1}{\text{زمان متوسط تولید هر قطعه}}$$

$$\text{میزان تولید متوسط ماشین} = \frac{C_1 + NC_2}{N}$$



$C_1$ ، نرخ دستمزد ساعتی اپراتور و  $C_p$  نرخ ماشین در هر ساعت می‌باشد.

**نکته** ← برای تعیین تعداد بهینه ماشین باید هزینه‌ها برای حالات مختلف  $N$  و ... و ۳ و ۲ بررسی شود.

**تست راهنما** ← سه ماشین در کارگاهی موجود است. مدیریت مایل است تعداد بهینه نیروی انسانی را که در کارگاه لازم هستند،

را تعیین نماید. با توجه به اطلاعات زیر تعداد بهینه نیروی انسانی چند نفر است؟

هزینه استفاده از ماشین ۲۰۰۰ ریال در ساعت و نرخ دستمزد اپراتور ساعتی ۱۰۰۰ ریال و زمان ساخت و سرویس یک قطعه ۰/۹ ساعت بر ماشین است. برآورد نشان داده هر ماشین ۴۰ درصد به اپراتور نیاز دارد. در صورتی که هر سه ماشین به یک نفر داده شود، به‌طور متوسط ۱۴ درصد اوقات از هر ماشین تلف می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(سراسری ۸۰)

**پاسخ تشریحی** ← گزینه ۲)

$$a + c = 0.9 \quad a = 0.9 \times 0.4 = 0.36 \quad M = \frac{C_1}{C_p} = \frac{1}{2}$$

$$C_1 = 1000 \quad c = 0.9 - 0.36 = 0.54$$

$$C_p = 2000 \quad N = \frac{a + c}{a} = \frac{0.9}{0.36} = 2.5$$

↗  $m = 2$   
↘  $m' = 3$

$$l = \frac{\frac{1}{2} + 2}{\frac{1}{2} + 3} \times \frac{2.5}{2} = 0.59 < 1 \Rightarrow N = m$$

۲ ماشین به هر اپراتور داده می‌شود.

بنابراین تعداد نیروی انسانی ۲ است، یعنی ۲ ماشین به یک اپراتور و ۱ ماشین به اپراتور دیگر تخصیص می‌یابد.

## تست های طبقه بندی شده فصل هشتم

## تست های آزمون دانشگاه سراسری

۱- می دانیم که ماشین نوع A، ۶۰٪ اوقات بدون نیاز به اپراتور کار می کند و ۴۰٪ اوقات نیاز به اپراتور دارد. اگر ۳ ماشین نوع A را به یک اپراتور تخصیص دهیم، درصد بیکاری اپراتور را به دست آورید.

(۱) اپراتور بیکار نیست. (۲) ۶۰ (۳) ۴۰ (۴) ۱۲/۶

(سراسری ۷۶)

۲- می دانیم که زمان استارت ماشین ۵/۰ دقیقه و زمان تنظیم آن ۲/۰ دقیقه است و زمان اجرای ماشین ۵ دقیقه است. اگر زمان بارگذاری و تخلیه به ترتیب ۱ و ۲ دقیقه باشد، چند ماشین به یک اپراتور باید داده شود که ماشین ها بیکار نباشند. اپراتور موظف است که قطعه تولید شده از هر ماشین را ظرف مدت ۱ دقیقه بازرسی کند.

(۱) ۱ ماشین (۲) ۲ ماشین (۳) ۳ ماشین (۴) ۴ ماشین

(سراسری ۷۷)

۳- ۱۲ ماشین اتوماتیک در کارگاهی نصب شده است. اگر هزینه هر ساعت کار ماشین ۱۵۰ تومان و هزینه هر ساعت دستمزد اپراتور ۸۰ تومان در ساعت باشد و نیز ماشین ها کاملاً یکسان بوده و اپراتورهای مشابه استخدام شوند، با فرض اینکه زمان کار هر ماشین، پس از بارگذاری ۲۰ دقیقه و باز و بسته کردن و آماده سازی جمعاً ۸ دقیقه طول بکشد و در صورتی که ۳ اپراتور استخدام شده باشند، سیکل کاری برابر است با:

(۱) ۳۲ دقیقه (۲) ۲۸ دقیقه (۳) ۱۱۲ دقیقه (۴) ۸۰ دقیقه

(سراسری ۷۷)

۴- در یک ایستگاه مونتاژ که عملیات آن به صورت دستی انجام می پذیرد، ۴ نوع محصول مختلف مونتاژ می گردد. زمان مونتاژ برای ۴ محصول به ترتیب ۲، ۴، ۵ و ۳ دقیقه می باشد. اگر بخواهیم در یک شیفت ۸ ساعته، از هر کدام از محصولات به ترتیب ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ تا تولید گردد، به چه تعداد نیروی انسانی نیاز است اگر راندمان فعالیت در ایستگاه ۹۰٪ باشد؟

(۱) ۶ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) ۳

(سراسری ۷۸)

۵- ۵ ماشین به اپراتوری تخصیص داده شده است. زمان متوسط ساخت و سرویس ماشین به هر قطعه ۸/۰ و ۱/۰ ساعت است. اگر ماشین ۱۲٪ اوقات Down باشد، تعداد قطعات تولیدی از ۵ ماشین در یک ساعت چقدر است؟

(۱) ۴ (۲) ۴/۹ (۳) ۵/۵ (۴) ۶

(سراسری ۷۸)

۶- در یک کارخانه، کار با ۲ ماشین مخلوط کن، یک ماشین شیشه پرکن و ۳ ماشین درب بندی شیشه به یک نفر تخصیص داده شده است. با توجه به اطلاعات زیر زمان سیکل چند دقیقه است؟ (زمان ها دقیقه هستند)

|          |           |          |          |
|----------|-----------|----------|----------|
| مخلوط کن | شیشه پرکن | درب بندی |          |
| ۲        | ۴         | ۳        | بارگذاری |
| ۱۵       | ۱۰        | ۲۰       | اجرا     |
| ۳        | ۴         | ۴        | تخلیه    |

(سراسری ۷۸)

۷- در کارگاهی ۵ ماشین مشابه به اپراتور تخصیص داده شده است. تجربه نشان داده که یک ماشین ۳۰٪ اوقات به اپراتور نیاز دارد و بقیه اوقات بدون نیاز به اپراتور کار می کند. ساعات تلف شده اپراتور در یک شیفت ۸ ساعته چقدر است؟

(۱) ۱/۳ (۲) ۱/۶۸ (۳) ۲/۸۸ (۴) ۰

(سراسری ۷۹)

۸- دو ماشین مشابه در کارگاهی موجود است. اگر هزینه استفاده از ماشین ۲۰۰۰۰ ریال در ساعت و نرخ دستمزد اپراتور ساعت ۱۰۰۰۰ ریال باشد و متوسط زمان ساخت و سرویس ۹/۰ ساعت باشد، تعداد بهینه نیروی انسانی را به دست آورید؟ (هر اپراتور ۴۰٪ اوقات مشغول سرویس دهی است)

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) اطلاعات کافی نیست. (۴) یک نفر تمام وقت و ۷ نفر نیمه وقت

(سراسری ۷۹)

۹- یک شرکت ساختمانی از یک نوع بیل مکانیکی برای خاک‌برداری استفاده می‌کند. خاک‌ها توسط یک کامیون به منطقه A ارسال و تخلیه می‌شوند. در صورتی که پر کردن کامیون ۵ دقیقه و رفت آن به محل تخلیه ۱۰ دقیقه طول بکشد و زمان تخلیه آن ۳ دقیقه و برگشت آن به محل خاک‌برداری ۸ دقیقه طول بکشد، برای اینکه خاک‌ها هر چه سریع‌تر خارج شوند، حداقل چند کامیون لازم است؟  
(۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۹ (سراسری ۷۹)

۱۰- در یک کارگاه زمان به‌کارگیری ماشین تراش ۱۰ دقیقه و زمان بارگذاری و تخلیه روی این ماشین ۴ دقیقه و زمان بازرسی قطعه توسط اپراتوری یک دقیقه است. اگر نرخ اپراتور ۳ واحد پولی و نرخ ماشین ۱۰ واحد پولی باشد، میزان بیکاری ماشین چند دقیقه است؟  
(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۵ (مهندسی صنایع ۸۰)

۱۱- به اپراتوری یک ماشین نوع B داده شده است. حداکثر چند ماشین نوع A می‌توان به اپراتور داد تا ماشین نوع B بیکاری نداشته باشد؟

| B   | A  |          |
|-----|----|----------|
| ۴/۵ | ۳  | بارگذاری |
| ۱۹  | ۱۶ | اجرا     |
| ۴/۵ | ۳  | تخلیه    |

(۱) ۴  
(۲) ۳  
(۳) ۲  
(۴) ۱ (سراسری ۸۳)

۱۲- اپراتوری عهده‌دار تعدادی ماشین از یک نوع می‌باشد. زمان راه‌اندازی این ماشین‌ها ۱ دقیقه، زمان تنظیم ۵/۰ دقیقه، زمان کار ۱۰ دقیقه، زمان بارگذاری آن ۲ دقیقه، زمان تخلیه آن ۱ دقیقه و زمان بسته‌بندی قطعات ۱/۵ دقیقه و زمان بازرسی ۲/۰ دقیقه می‌باشد. زمان سیکل چقدر باشد تا اپراتور بیکار نباشد؟

(۱) ۱۸/۶ (۲) ۱۴/۵ (۳) ۱۲/۴ (۴) ۱۱/۷ (سراسری ۸۴)

۱۳- ماشینی تنها در ۳۶٪ شیفت کاری به اپراتور نیاز دارد. اگر بخواهیم ماشین بیکار نباشد، آن‌گاه به چند ماشین نیاز داریم؟  
(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱ (سراسری ۸۴)

۱۴- براساس اطلاعات گردآوری شده، کارگاهی برای تولید ۵ نوع قطعات خودرو با حجم تولید مشخص برای تولید در یک شیفت طراحی گردیده است. حال اگر تعداد شیفت‌های تولید از ۱ به ۲ افزایش پیدا کند، کدام گزینه صحیح است؟  
(۱) نیاز به تعداد ماشین‌آلات تولیدی کاهش و تعداد نفر نیروی انسانی افزایش می‌یابد.  
(۲) نیاز به تعداد ماشین‌آلات تولیدی و تعداد نفر نیروی انسانی افزایش می‌یابد.  
(۳) نیاز به تعداد ماشین‌آلات تولیدی افزایش و تعداد نفر نیروی انسانی کاهش می‌یابد.  
(۴) نیاز به تعداد ماشین‌آلات تولیدی و تعداد نفر نیروی انسانی کاهش می‌یابد. (سراسری ۸۶)

### تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۱۵- در یک کارگاه ماشین‌افزار دو ماشین CN۴۰ و ماشین فرز دکل وجود دارد. اگر یک نفر با این دو ماشین کار کند، با توجه به اطلاعات زیر زمان سیکل چقدر است؟

|           | CN۴۰ | فرز Deckel |
|-----------|------|------------|
| بارگذاری  | ۲    | ۳          |
| کار ماشین | ۳۵   | ۲۱         |
| هزینه     | ۲    | ۳          |

(۱) ۴۹  
(۲) ۳۲/۵  
(۳) ۶۸  
(۴) ۵۴ (آزاد ۸۱)

۱۶- ۱۵ ماشین اتوماتیک در کارگاهی نصب شده است. اگر هزینه هر ساعت کار ماشین ۲۰۰ تومان و هزینه هر ساعت دستمزد اپراتور ۱۰۰ تومان باشد و ماشین‌ها کاملاً یکسان بوده و اپراتورهای مشابه استخدام شوند، با فرض اینکه زمان کار هر ماشین پس از بارگذاری ۳۳ دقیقه بوده و باز و بسته کردن و آماده‌سازی جمعا ۱۴ دقیقه طول بکشد، در صورتی که ۱۵ اپراتور استخدام شده باشند، سیکل کاری برابر است با:

(۱) ۳۲ (۲) ۵۳ (۳) ۴۷ (۴) ۴۴ (آزاد ۸۶)

تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- اگر زمان انجام عملیات ماشین ۹ دقیقه و زمان باز و بسته کردن قطعه روی ماشین ۳ دقیقه و زمان قدم زدن بین دستگاه‌ها ۰/۵ دقیقه باشد، با توجه به اینکه هزینه ساعتی اپراتور ۱۸۰۰ تومان و هزینه ساعتی ماشین ۲۰۰۰ تومان است، چند ماشین به اپراتور اختصاص می‌دهید؟

۴ (۴)

۵ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

## پاسخ‌نامه تشریحی فصل هشتم

## پاسخ‌نامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۱)

$$N = \frac{a+b}{a+c} = \frac{0/4T + 0/6T}{0/4T} = \frac{1}{0/4} = 2/5$$

$m = 2$   
 $m' = 3 \rightarrow$

ایپراتور پیوسته در حال کار است و اصلاً بیکار نیست.

۲- گزینه ۱)

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{(0/5 + 0/2 + 1 + 2) + 5}{(0/5 + 0/2 + 1 + 2) + 1} = \frac{8/7}{4/7} = 1/85$$

چون نباید ماشین‌ها بیکار باشند و باید رند نقصانی در نظر گرفته شود؛ یعنی ۱ ماشین باید به ایپراتور داده شود.

۳- گزینه ۱)

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{8+20}{8} = \frac{28}{8} = 3/5$$

چون ۳ ایپراتور و ۱۲ ماشین اتوماتیک در کارگاه وجود دارد، یعنی به هر ایپراتور ۴ ماشین تخصیص داده می‌شود و سیکل کاری را ایپراتور تعیین می‌کند.  
 دقیقه  $m(a+b) = 4(8+0) = 32$  = سیکل کاری

در این سؤال تعداد ایپراتورها و ماشین‌ها مشخص است، بنابراین لازم به تعیین تعداد ماشین تخصیص یافته با استفاده از اطلاعات هزینه‌ای نیستیم.

۴- گزینه ۲)

$$\text{کسر مورد نیاز نیروی انسانی} = \sum \frac{\text{زمان استاندارد عملیات} \times \text{تقاضای محصول}}{\text{کارایی} \times \text{زمان در دسترس}}$$

$$\text{کسر مورد نیاز نیروی انسانی} = \frac{200 \times 2 + 150 \times 4 + 100 \times 5 + 150 \times 3}{8 \times 60 \times 0/9} = \frac{1950}{432} = 4/51 \approx 5$$

۵- گزینه ۲)

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{0/1 + 0/8}{0/1} = 9 > 5 \rightarrow 5/5 \times 88 = 4/9$$

$a+c = 0/9$  = زمان سیکل بودن ماشین‌ها

پس ماشین‌ها بیکار نیستند، بنابراین سیکل را ماشین تعیین می‌کند.

$$5 \times \frac{1}{0/9} = 5/5$$

تعداد تولید شده در یک ساعت بدون Down بودن ماشین‌ها

$$\text{تعداد قطعات تولیدی از در وضعیت Down} = 5/5 \times 0/88 = 4/9$$

۶- هیچ‌کدام

با ترسیم نمودار انسان- ماشین، زمان سیکل ۳۹ به دست می‌آید که در هیچ‌یک از گزینه‌ها وجود ندارد.

 $L_i$ : زمان بارگذاری و تخلیه‌ی ماشین  $i$  ام $M_i$ : زمان اجرای ماشین  $i$  ام $n_i$ : تعداد ماشین  $i$  ام

$$L = \sum_{i=1} L_i n_i = 2(2+3)1 + (4+4)3 + (3+4)3 = 39 > M_i \quad \forall i$$

بر این اساس اپراتورها مشغول به کارند و ماشین‌ها دارای زمان بیکاری هستند. بنابراین زمان سیکل، ۳۹ است.  
نمودار انسان-ماشین زیر این موضوع را به خوبی نشان می‌دهد.

|            |       |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| مخلوط کن ۱ | $L_1$ | $M_1$ | $I_1$ | $L_1$ |       |
| مخلوط کن ۲ |       | $L_1$ | $M_1$ | $I_1$ |       |
| شیشه پرکن  |       |       | $L_2$ | $M_2$ | $I_2$ |
| درب بندی ۱ |       |       |       | $L_2$ | $M_2$ |
| درب بندی ۲ |       |       |       |       | $L_2$ |
| درب بندی ۳ |       |       |       |       | $L_2$ |

۷- گزینه ۴

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{1}{0.3} = 3.33 \rightarrow m = 3, m' = 4$$

۵ ماشین به اپراتور تخصیص داده شده است و این تعداد از رند اضافی بیشتر است، بنابراین اپراتور هیچ بیکاری ندارد.

۸- گزینه ۱

$$a+c=0.9 \quad a=0.9 \times 0.4 = 0.36$$

$$c_1=1000 \quad c_2=2000$$

$$M = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{2}$$

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{0.9}{0.36} = 2.5 \quad \begin{matrix} m=2 \\ m'=3 \end{matrix}$$

۲ ماشین باید به هر اپراتور داده شود.

$$\ell = \frac{\frac{1}{2} + 2}{\frac{1}{2} + 3} \times \frac{2.5}{2} = 0.59 < 1 \rightarrow m = 2$$

چون ۲ ماشین در کارگاه موجود است، بنابراین فقط یک اپراتور نیاز دارد.

۹- گزینه ۲

$$N = \frac{a+b}{a+c} = \frac{5+10+3+8}{5} = \frac{26}{5} = 5.2 \quad \begin{matrix} m=5 \\ m'=6 \end{matrix}$$

در واقع بیل مکانیکی، اپراتور کامیون است. چون هدف این است که خاک‌ها هرچه سریع‌تر خارج شوند پس بیل مکانیکی نباید بیکار باشد. بنابراین از رند اضافی یعنی ۶ کامیون باید استفاده کرد. در این صورت کامیون‌ها بیکاری داشته ولی بیل مکانیکی اصلاً بیکاری ندارد.

۱۰- هیچ کدام

$$C_1 = 3, C_r = 10$$

$$M = \frac{C_1}{C_r} = \frac{3}{10}$$

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{4+10}{4+1} = 2/8 \quad \begin{array}{l} m=2 \\ m'=3 \end{array}$$

$$\ell = \frac{\frac{3}{10} + 2}{\frac{3}{10} + 3} \times \frac{2/8}{2} = 0.975 < 1 \rightarrow m = 2$$

باید به اپراتور ۲ ماشین تخصیص داده شود: میزان بیکاری ماشین صفر است، اما اپراتور بیکاری دارد:

$$\text{دقیقه} = (a+c) - m(a+b) = (4+10) - 2(4+1) = 4$$

۱۱- گزینه ۲

$$N_B = \frac{a+c}{a+b} = \frac{4/5 + 4/5 + 19}{4/5 + 4/5} = \frac{28}{9} = 3/11$$

یک ماشین نوع B به اپراتور داده شده است، پس اپراتور قطعاً بیکاری دارد؛ یعنی:

$$\text{دقیقه} = (a+c) - m(a+b) = 28 - 1 \times 9 = 19$$

اپراتور ۱۹ دقیقه بیکاری دارد. باید تعدادی ماشین A به اپراتور داده شود که زمان کاری آن از ۱۹ بیشتر نشود.

$$N'_A = \frac{a'+c'}{a'+b'} = \frac{19}{6} = 3/16$$

$$N'_A = 3/16 \rightarrow \begin{cases} m=3 \rightarrow \text{اپراتور ۱ دقیقه بیکار است و سیکل کاری ۱۹ دقیقه است.} \\ m'=4 \rightarrow \text{اپراتور بیکار نیست و سیکل کاری ۲۴ دقیقه است.} \end{cases}$$

بنابراین باید ۳ ماشین نوع A به اپراتور تخصیص داده شود.

۱۲- گزینه ۱

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{0/5 + 2 + 1 + 1 + 10}{0/5 + 2 + 1 + 1 + 1/5 + 0/2} = \frac{14/5}{6/2} = 2/33$$

$$N = 2/33 \rightarrow m' = 3$$

$$\text{زمان سیکل} = m'(a+b) = 3 \times 6/2 = 18/6$$

۱۳- گزینه ۳

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{1}{0/36} = 2/7$$

$$a+b = 0/36(a+c)$$

$$N = 2/7 \rightarrow m = 2$$

۱۴- گزینه ۱

تعداد شیفت‌های تولیدی از ۱ به ۲ افزایش یافته یعنی زمان در دسترس افزایش یافته و زمان تولید کل قطعات مورد نیاز ثابت است. چون ماشین‌آلات را می‌توان در هر دو شیفت استفاده کرد، می‌توان تعداد آن‌ها را کاهش داد؛ اما نیروی انسانی می‌تواند ثابت بماند یا افزایش یابد.

## پاسخنامه آزمون آزاد

۱۵- هیچ کدام

با رسم نمودار انسان- ماشین، زمان سیکل ۳۷ به دست می آید. در واقع این ماشین CN۴۰ است که زمان سیکل را تعیین می کند. بنابراین هیچ یک از گزینه ها صحیح نمی باشد.

۱۶- گزینه ۳

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{14+33}{14} = 3/36$$

چون ۱۵ اپراتور و ۱۵ ماشین اتوماتیک در کارگاه وجود دارد. به هر ۱ اپراتور، ۳ ماشین تخصیص می یابد و سیکل کاری را ماشین تعیین می کند چون رند نقصانی است بر این اساس زمان سیکل برابر است با  $14+33=47$ . در این سؤال نیاز به استفاده از اطلاعات هزینه ای نیست.

## پاسخنامه تشریحی تست های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۲

$$N = \frac{a+c}{a+b} = \frac{3+9}{3+0/5} = 3/42 \begin{cases} m=3 \\ m'=4 \end{cases}$$

$$M = \frac{c_1}{c_2} = \frac{1800}{2000} = 0/9$$

$$\ell = \frac{0/9+2}{0/9+3} \times \frac{3/42}{3} = 0/8476 < 1 \Rightarrow m=3$$

باید به هر اپراتور ۳ ماشین تخصیص داده شود.

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل هشتم

| تست | پاسخ     | تست | پاسخ     | تست | پاسخ     |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| ۱   | ۱        | ۷   | ۴        | ۱۲  | ۱        |
| ۲   | ۱        | ۸   | ۱        | ۱۳  | ۳        |
| ۳   | ۱        | ۹   | ۲        | ۱۴  | ۱        |
| ۴   | ۲        | ۱۰  | هیچ کدام | ۱۵  | هیچ کدام |
| ۵   | ۲        | ۱۱  | ۲        | ۱۶  | ۳        |
| ۶   | هیچ کدام |     |          |     |          |



## فصل نهم

### طراحی بخش‌های در ارتباط با تولید

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- طراحی بخش‌های در ارتباط با تولید
- قسمت دریافت و ارسال
- انبار و نحوه تخصیص کالاها به انبار
- راهروها

## دریافت و ارسال

واسطه‌ی بین فروشنده‌ی مواد اولیه و انبار تولید، بخش دریافت و واسطه بین انبار محصول و خریدار، بخش ارسال می‌باشد.

← نکته فضای مورد نیاز برای قسمت دریافت و ارسال باید شامل موارد زیر باشد:

- سکوها
- راهروها
- قسمت اداری در صورت لزوم
- قسمت بازرسی و کنترل کیفی

← نکته تاسیسات حمل و نقل، وضعیت ساختمان‌ها و توسعه‌ی آتی می‌تواند در نحوه‌ی استقرار بخش‌های دریافت و ارسال موثر باشد.

← نکته بخش‌های دریافت و ارسال می‌توانند در یک طرف و یک محل یا در یک طرف و دو محل یا در دو طرف مجاور یا در دو طرف مقابل قرار گیرند.

### تست راهنما

سیاست سفارش‌دهی یک نوع ورق مصرفی، سالانه و مقدار آن ۸۰۰۰۰ ورق است. در صورتی که ظرفیت هر کامیون ۲۳۰۰ ورق

و زمان تخلیه‌ی آن ۳۰ دقیقه باشد و کامیون‌ها باید در مدت یک شیفت کاری ۸ ساعته تخلیه شوند، چند سکو برای دریافت لازم است؟

(۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۳ (۴) ۴

(سراسری ۷۷)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۳

← نکته روش حمل، فرکانس دریافت و ارسال، نحوه‌ی بارگیری و تخلیه، سیاست انبارداری و توزیع در تعیین تعداد سکوها موثر می‌باشد.

$$\text{تعداد سکوها} = \frac{\text{زمان تخلیه} \times \text{تعداد کامیون}}{\text{زمان در دسترس}} = \frac{۳۰ \times ۸۰۰۰}{۸ \times ۶۰} = \frac{۲۳۰۰}{۸ \times ۶۰} = ۲/۱۷ \approx ۳$$

← نکته تعیین تعداد سکوها مشابه تعیین تعداد ماشین‌آلات است.

## انبار

جهت نگهداری مواد اولیه و قطعات، لوازم یدکی و مواد مصرفی، محصول در جریان ساخت، محصول نهایی، ضایعات و ... می‌توان انبار داشت.

← نکته انبارها می‌توانند به صورت انبار در نقطه‌ی استفاده و انبار در فضای باز نیز باشند.

← نکته نحوه‌ی ورود و خروج مواد به انبار می‌تواند به صورت مختلف اعم از FIFO و LIFO باشد.

← نکته در نحوه تخصیص کالاها در انبار باید توجه شود که اقلامی که استفاده‌ی زیادتری دارند، در نزدیک درب خروجی انبار واقع شوند.

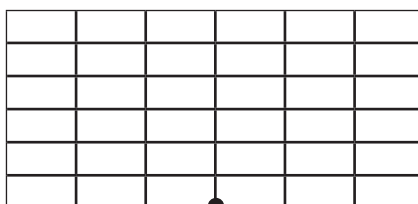
← نکته در تعیین اندازه‌ی انبار، نرخ مصرف روزانه و سیاست انبارداری، نحوه‌ی چیدمان اقلام و ابعاد اقلام می‌توانند موثر باشند.

### تست راهنما

فضای انبار به صورت زیر تقسیم‌بندی شده است. در انبار قرار است ۴ کالای A، B، C و D نگهداری شوند، اگر میزان فضای

مورد نیاز برای کالاها به صورت مقابل باشد:  $A = ۴$ ،  $B = ۵$ ،  $C = ۸$  و  $D = ۷$  و میزان انتقال کالا به داخل و خارج انبار برای هر کدام از

کالاها به صورت زیر باشد:  $A = ۱۵$ ،  $B = ۱۰$ ،  $C = ۱۲$ ،  $D = ۸$ . کدام یک از کالاهای بالا در نزدیک‌ترین نقطه به درب استقرار داده می‌شود؟



درب انبار

D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)

(سراسری ۸۶)



بنابراین در طول ۶ کارتن و در عرض ۵ کارتن می توان استقرار داد.

چون چهار کارتن را می توان بر روی هم چید، بنابراین:

$$۱۲۰ = ۶ \times ۵ \times ۴ = \text{تعداد کارتن ها}$$

## راهرو

← نکته تعیین راهروها بعد از تعیین ستون ها صورت می گیرد.

← نکته فضای از دست رفته برای الگوهای عمومی و پایه ی راهروها به شرح زیر است:



## تست‌های طبقه‌بندی شدهی فصل نهم

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- سرعت تولید محصولی ۵۰ عدد در ساعت است، قرار است ذخیره‌ی ۱۵ روزه از محصول در اختیار باشد. محصول در جعبه‌ای به شکل مکعب به طول ۱۰ سانتی‌متر قرار می‌گیرد. پالتی به طول ۱/۵ متر و عرض ۱ متر و ارتفاع ۱ متر در اختیار است. اگر بخواهیم ۲ پالت روی هم قرار دهیم، چند مترمربع مساحت جهت ذخیره‌ی ۱۵ روزه نیاز است؟

(۱) ۴ مترمربع (۲) ۵ مترمربع (۳) ۳ مترمربع (۴) هیچ‌کدام

(سراسری ۷۴)

۲- کارخانه‌ای به تولید ۳۰۰۰ تلفن در روز می‌پردازد. مدیریت کارخانه می‌خواهد که ذخیره‌ای برابر ۱۵ روز تولید در اختیار داشته باشد. هر ۱۰۰ عدد تلفن در یک کارتن بسته‌بندی می‌گردد و ابعاد هر کارتن  $1 \times 1 \times 1$  مترمکعب می‌باشد. اگر محتوای هر سه کارتن روی هم قرار گیرد، فضای مورد نیاز برای انبار چقدر است؟ (فرض کنید ۱۰٪ از فضای انبار مربوط به راهروها می‌باشد)

(۱) ۱۶۵ (۲) ۲۳۸/۲ (۳) ۱۵۰ (۴) ۴۶۵

(سراسری ۷۸)

۳- جدول زیر نشان‌دهنده‌ی نرخ تولید روزانه و میزان ذخیره‌ی مورد نیاز از ۵ محصول است. می‌خواهیم ذخایر مورد نیاز از محصولات را در یک انبار مشترک نگهداری کنیم. اگر گنجایش هر کارتن برابر ۴ محصول A یا ۴ محصول E یا ۴ محصول B یا ۳ محصول D یا یک محصول C باشد و اگر ابعاد هر کارتن  $1 \times 1 \times 1$  مترمکعب باشد و بتوان هر سه کارتن محصولات مشابه را بر روی هم قرار داد، فضای مورد نیاز چند مترمربع است؟ (فرض کنید ۱۰٪ از فضای انبار مربوط به راهروها باشد)

| محصول | نرخ تولید روزانه (واحد) | ذخیره‌ی مورد نیاز (واحد) |
|-------|-------------------------|--------------------------|
| A     | ۱۰۰                     | ۲ روز                    |
| B     | ۱۵۰                     | ۳ روز                    |
| C     | ۷۰                      | ۱ روز                    |
| D     | ۹۰                      | ۲ روز                    |
| E     | ۲۰۰                     | ۵ روز                    |

(۱) ۲۱۲/۷ (۲) ۲۱۴/۵ (۳) ۲۱۸/۲ (۴) ۲۰۲/۶

(سراسری ۷۹)

۴- کارخانه‌ای نوعی قطعه‌ی مورد نیاز خود را به تعداد ۲۰۰۰۰ در سال احتیاج دارد و دوبار در سال آن را سفارش می‌دهد. هر ۲۰ قطعه در یک جعبه قرار می‌گیرد و هر کامیون می‌تواند ۱۰۰ جعبه را حمل کند. زمان تخلیه‌ی هر کامیون ۳۰ دقیقه است و کامیون‌ها باید در مدت یک شیفت ۸ ساعت تخلیه شوند. چند محل برای تخلیه لازم است؟

(۱) ۳ (۲) ۲/۵ (۳) ۲ (۴) ۱

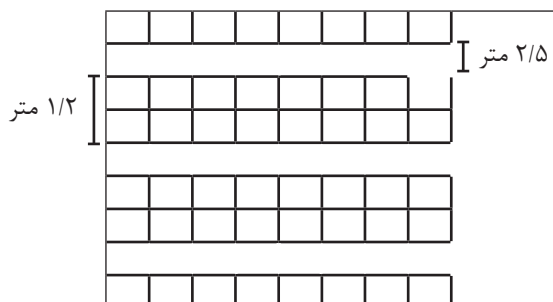
(سراسری ۷۹)

۵- بخش تولید کارخانه‌ای باید دارای ۵ ماشین نوع A، ۶ ماشین نوع B و ۲ ماشین نوع C باشد که ابعاد آن‌ها به ترتیب  $14 \times 4$  و  $6 \times 5$  برحسب متر است. احتیاجات ذخیره‌ی مواد برای هر ماشین به ترتیب  $20 \text{ m}^2$ ،  $40 \text{ m}^2$  و  $50 \text{ m}^2$  است. حدود ۱۳٪ فضای مجازی برای راهرو استفاده می‌شود. فضای این بخش تولید چند مترمربع است؟

(۱) ۷۱۹ (۲) ۱۰۷۶ (۳) ۱۲۱۶ (۴) ۱۶۱۴

(سراسری ۸۲)

۶- قرار است در انبار کارخانه ۱۸۰۰۰۰ عدد لامپ نگهداری شود، به فرض آن‌که استقرار کارتن‌های مکعب لامپ در انبار به صورت شکل روبه‌رو باشد و در هر کارتن ۱۰۰ عدد لامپ جای داده باشد، ابعاد هر کارتن  $6 \times 6 \times 0.6$  متر و فضای لازم برای حرکت لیفتراک باریک بین راهروها  $2/5$  متر باشد و کارتن‌ها همان‌گونه که در شکل مشخص است بتوانند دوتایی در کنار هم در وسط انبار استقرار یابند و هر سه کارتن هم بتوانند بر روی هم قرار داده شود، فضای لازم برای این انبار را به دست آورید. فرض کنید ۲۵٪ فضای کل انبار فضای دفتری باشد و فضای دو کارتن کنار هم ناچیز باشد.



(۱) ۷۸۰ متر مربع (۲) ۸۸۸ مترمربع (۳) ۹۰۰ مترمربع (۴) ۸۲۳/۵ مترمربع

(سراسری ۸۲)

۷- در تعیین فضای مورد نیاز یک ایستگاه کاری شامل یک ماشین، نیروی انسانی، میز، کمد و سه پالت یک اندازه برای اقلام ورودی، خروجی و ضایعات می باشد. کدام یک از روش های زیر را پیشنهاد می کنید؟

(۱) بزرگترین طول ماشین را در بزرگترین عرض ماشین ضرب نموده، حاصل به دست آمده فضای مورد نیاز ایستگاه کاری خواهد بود.  
 (۲) مساحت هر یک از تجهیزات شامل میز، کمد و سه پالت را جداگانه محاسبه کرده سپس با هم جمع زده فضای مورد نیاز ایستگاه کاری به دست خواهد آمد.

(۳) تجهیزات شامل ماشین و لوازم جانبی شامل میز، کمد و پالت ها را ابتدا به صورت مناسب در کنار هم استقرار داده سپس فضای مورد نیاز کل محل استقرار داده شده را به دست می آوریم.

(۴) ابعاد طولی ماشین، میز، کمد و پالت ها را با هم جمع زده، مجدداً ابعاد عرضی ماشین، میز، کمد و پالت ها را با هم جمع زده حاصل ضرب این دو عدد به دست آمده فضای مورد نیاز ایستگاه کاری را مشخص خواهد کرد.

(سراسری ۸۳)

۸- کارخانه ای دارای ۸۰۰ پرسنل تولیدی و غیرتولیدی است. به طور متوسط ۹۰٪ افراد، ناهار خود را در ناهارخوری این کارخانه صرف می کنند. مدت صرف غذا در سالن غذاخوری به طور متوسط ۳۰ دقیقه است. وقت گرفتن ناهار از ۱۲ ظهر الی ۲ بعدازظهر تعیین شده است. ناهارخوری ۴ بار پر و خالی می شود. چنانچه مساحت مورد نیاز سالن غذاخوری به ازای هر نفر ۱/۵ مترمربع و فضای سرو غذا و ظرف شویی و محوطه ی آشپزخانه به طور متوسط ۲ مترمربع به ازای هر نفر فرض شود و ۸۰٪ از بنای ساختمان ها مساحت مفید باشد، در این صورت چند مترمربع زمین جهت احداث بنای ناهارخوری مورد نیاز است؟

(۱) ۷۴۸/۴ (۲) ۷۸۷/۵ (۳) ۸۱۵/۵ (۴) ۸۳۱/۵

(سراسری ۸۳)

۹- کارخانه ای روزانه ۱۰۰۰ واحد محصول تولید می کند. سیاست موجود بر ذخیره ۵ روز تولید می باشد. هر ۴۰ محصول در یک جعبه به طول و عرض ارتفاع ۵/۰ متر نگهداری می شود و محتوای ۵ کارتن روی هم قرار می گیرد. اگر ۱۵٪ راهرو را برای انبار در نظر گرفته باشیم، چقدر زمین برای انبار نیاز داریم؟

(۱) ۱۲/۵ مترمربع (۲) ۲۵ مترمربع (۳) ۵۰ مترمربع (۴) ۱۲۵ مترمربع

(سراسری ۸۴)

۱۰- شکل زیر محوطه ی یک انبار را به صورت بلوک، بلوک نشان می دهد. در این انبار قرار است که چهار محصول A، B، C و D به صورت جداگانه نگهداری شوند. اگر مساحت مورد نیاز برای هر محصول برحسب مقدار بلوک و نرخ ورود و خروج محصولات به صورت روزانه در جدول زیر باشد و ورود و خروج از درب P صورت پذیرد، تعیین کنید بلوکی که با حرف X مشخص شده، مربوط به کدام محصول می باشد؟ ابعاد هر بلوک به صورت می باشد.

|  |  |   |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
|  |  | X |  |  |  |
|  |  |   |  |  |  |
|  |  |   |  |  |  |
|  |  |   |  |  |  |
|  |  |   |  |  |  |
|  |  |   |  |  |  |

درب انبار

D (۴)

| نرخ ورود و خروج | مساحت (بلوک) | محصول |
|-----------------|--------------|-------|
| ۸               | ۹            | A     |
| ۱۰              | ۳            | B     |
| ۱۴              | ۷            | C     |
| ۱۳              | ۵            | D     |

C (۳)

B (۲)

A (۱)

(سراسری ۸۵)

۱۱- در یک انبار قرار است کارتن های مربوط به سه نوع محصول نگهداری شود. اگر ابعاد کارتن ها یکسان و برابر متر مکعب باشد و از هر نوع محصول (هر محصول در یک کارتن نگهداری می شود) به ترتیب، و عدد نگهداری شود و کالاهای مشابه بتوانند تا سه کارتن بر روی هم چیده شوند و میزان راهروها ۳۰٪ کل فضای انبار باشد، فضای مورد نیاز این انبار را تعیین کنید.

(۱) ۱۶۶۹ مترمربع (۲) ۱۲۷۴ مترمربع (۳) ۱۱۶۸ مترمربع (۴) ۱۱۳۴ مترمربع

(سراسری ۸۶)

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- قرار است در یک انبار ۵ نوع محصول A, B, C, D و E نگهداری شود. بر اساس آمار، میزان تقاضا مربوط به سال‌های گذشته میزان حداقل و حداکثر و متوسط تقاضا برای هر محصول در جدول زیر ذکر شده است. اگر هر ۵ محصول A در یک کارتن و به همین ترتیب برای سایر محصولات B, C, D, E هر سه محصول در یک کارتن نگهداری شود و بتوان هر سه کارتن مشابه را بر روی هم قرار داد و ابعاد هر کارتن  $(۷۵ \times ۱ \times ۱)$  باشد، میزان فضای مورد نیاز برای این انبار چند متر مربع است؟ (فرض کنید ۲۰ درصد فضای کل انبار هم به راهروهای داخلی انبار اختصاص داده می‌شود.)

| محصول | حداقل | حداکثر | متوسط |
|-------|-------|--------|-------|
| A     | ۱۰۰۰  | ۲۰۰۰   | ۱۲۰۰  |
| B     | ۶۰۰   | ۱۵۰۰   | ۹۰۰   |
| C     | ۹۰۰   | ۱۵۰۰   | ۱۲۰۰  |
| D     | ۱۲۰۰  | ۱۸۰۰   | ۱۵۰۰  |
| E     | ۹۰۰   | ۱۸۰۰   | ۱۵۰۰  |

(۱) ۱۰۴۲

(۲) ۸۱۰

(۳) ۷۷۸

(۴) ۱۰۸۵

## پاسخنامه‌ی تشریحی فصل نهم

## پاسخنامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۳

$$\begin{aligned} \text{عدد} \quad 8 \times 50 \times 15 &= 6000 = \text{سیاست انبار کارخانه} \\ \text{جعبه} \quad \frac{150 \times 100 \times 100}{10 \times 10 \times 10} &= 1500 \\ \text{پالت} \quad 4 &= \text{تعداد پالت مورد نیاز} \\ \frac{4}{2} &= 2 = \text{تعداد پالت‌ها در سطح} \\ 2 \times (1/5 \times 1) &= 3 = \text{متر مربع فضای مورد نیاز پالت‌ها} \end{aligned}$$

۲- گزینه ۱

$$\begin{aligned} \text{تلفن} \quad 15 \times 3000 &= 45000 = \text{سیاست ذخیره‌ی کارخانه برای انبار} \\ \frac{45000}{100} &= 450 = \text{تعداد کارتن} \\ \frac{450}{3} &= 150 = \text{تعداد کارتن‌ها در سطح} \\ 150 \times (1 \times 1) &= 150 = \text{مترمربع مورد نیاز کارتن‌ها} \\ \frac{150}{1-0/1} &= 166/66 \approx 167 = \text{مترمربع فضای انبار} \end{aligned}$$

۳- گزینه ۲

ابتدا ذخیره‌ی مورد نیاز هر محصول را محاسبه کرده، سپس تعداد کارتن‌های لازم را برای هر محصول تعیین نموده و در نهایت فضای مورد نیاز کارتن‌ها و فضای کل انبار با در نظر گرفتن فضای مورد نیاز راهروها محاسبه می‌شود.

$S_i$ : ذخیره مورد نیاز برای کالای  $i$  ام ( $E, D, C, B, i=A$ )  
 $C_i$ : تعداد کارتن برای محصول  $i$  ام

$$\begin{cases} S_A = 2 \times 100 = 200 & \text{واحد} \\ S_B = 3 \times 150 = 450 & \text{واحد} \\ S_C = 1 \times 150 = 70 & \text{واحد} \\ S_D = 2 \times 90 = 180 & \text{واحد} \\ S_E = 5 \times 200 = 1000 & \text{واحد} \end{cases}$$

$$\begin{cases} C_A = \frac{200}{4} = 50 \\ C_A = \frac{450}{3} = 150 \\ C_C = \frac{70}{1} = 70 \Rightarrow \text{تعداد کل کارتن‌ها} = \sum C_i = 50 + 150 + 70 + 60 + 250 = 580 \\ C_D = \frac{180}{3} = 60 \\ C_E = \frac{1000}{4} = 250 \end{cases}$$



می‌توان کارتن‌های محصولات مشابه را بر روی هم قرار داد:

$$\begin{aligned} \frac{580}{3} &= 193 = \text{تعداد کارتن‌ها در سطح} \\ 193 \text{ m}^2 &= (1 \times 1) \times 193 = \text{فضای مورد نیاز کارتن‌ها} \\ \frac{193}{(1 - 0.1)} &= 214.45 \approx 214.5 = \text{کل فضای مورد نیاز} \end{aligned}$$

۴ - گزینه ۴

$$\begin{aligned} \frac{20000}{2} &= 10000 = \frac{\text{میزان مورد نیاز}}{\text{فرکانس سفارش‌دهی}} = \text{تعداد کالاها در هر بار سفارش} \\ \frac{10000}{20} &= 500 = \text{تعداد جعبه‌ها} \\ \frac{500}{100} &= 5 = \text{تعداد کامیون‌ها} \\ \frac{5 \times 30}{8 \times 60} &= 0.3125 \approx 1 = \frac{\text{زمان تخلیه} \times \text{تعداد کامیون}}{\text{کل زمان در دسترس}} = \text{تعداد محل برای تخلیه} \end{aligned}$$

۵ - گزینه ۳

$S_i$ : فضای مورد نیاز ماشین  $i$  ام  
 $i = A, B, C$

$$\begin{aligned} A \text{ ماشین} &= 5 \times (4 \times 12 + 20) = 340 \text{ m}^2 \\ B \text{ ماشین} &= 6 \times (4 \times 14 + 40) = 576 \text{ m}^2 \\ C \text{ ماشین} &= 2 \times (5 \times 6 + 50) = 160 \text{ m}^2 \\ S_A + S_B + S_C &= 1076 \text{ m}^2 = \text{فضای مورد نیاز ماشین‌ها} \\ 1076 \times 1/13 &= 1215/88 \approx 1216 = \text{فضای بخش تولید} \end{aligned}$$

۶ - گزینه ۲

$$\begin{aligned} \frac{18000}{100} &= 180 = \text{تعداد کارتن‌ها} \\ \frac{1800}{3} &= 600 = \text{تعداد کارتن‌ها در سطح} \\ \frac{600}{6} &= 100 = \text{تعداد ردیف لازم} \\ 0.6 \times (0.6 + 2/5 + 1/2 + 2/5 + 1/2 + 2/5 + 0.6) &= 6/66 = \text{مساحت مورد نیاز هر ردیف} \\ 100 \times 6/66 &= 666 = \text{مساحت ردیف‌ها} \\ \frac{666}{(1 - 0.25)} &= 888 = \text{متر مربع کل فضای مورد نیاز} \end{aligned}$$

۷ - گزینه ۳

در محاسبه‌ی فضای مورد نیاز یک ایستگاه کاری، ابتدا باید محل استقرار ماشین‌آلات، تجهیزات و لوازم جانبی تعیین شود و سپس با در نظر گرفتن فضاهای مناسب بین آن‌ها شامل راهرو، محل مانور اپراتور، فضای کل مورد نیاز تعیین گردد. در بین گزینه‌ها، گزینه‌ی (۳) جواب بهتری ارائه کرده است.

۸ - گزینه ۲

$$\begin{aligned} 800 \times 0.9 &= 720 = \text{نفر تعداد افرادی که ناهار خود را در ناهارخوری صرف میکنند.} \\ \frac{720}{4} &= 180 = \text{نفر متوسط افرادی که در هر لحظه در ناهارخوری حضور دارند.} \end{aligned}$$

متر مربع  $630 = 180 \times (1/5 + 2) =$  مساحت مورد نیاز سالن غذاخوری و آشپزخانه

متر مربع  $787/5 = 630 / 0/8 =$  کل مساحت مورد نیاز جهت بنای ناهارخوری

۹- هیچ کدام

واحد  $5000 = 5 \times 1000 =$  سیاست کارخانه

جعبه  $125 = 5000 / 40 =$  تعداد جعبهها

$25 = 125 / 5 =$  تعداد کارتنها در سطح

$50 m^2 = 25 \times (1 \times 2) =$  مساحت مورد نیاز کارتنها

$58/82 m^2 = 50 / (1 - 0/25) =$  کل فضای انبار  $\rightarrow 15\%$  جهت راهروها

جواب سؤال به گزینه‌ی (۳) یعنی ۵۰ متر مربع نزدیک‌تر است.

۱۰- گزینه (۱)

براساس نرخ ورود و خروج، محصولات را به صورت نزولی مرتب می‌کنیم:

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| ۷۰ | ۶۰ | ۵۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۵۰ |
| ۶۰ | ۵۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۰ |
| ۵۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۳۰ |
| ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۲۰ |

درب انبار

A, B, C و D

فاصله هر بلوک تا درب محاسبه می‌شود و بلوک‌های نزدیک درب به محصولاتی تخصیص داده می‌شود که نرخ ورود و خروج (انتقال) بالاتری دارند. بر این اساس تخصیص کالاها مطابق شکل زیر صورت می‌گیرد.

محل بلوک X

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | A | A | A |
| A | A | B | D | D | D |
| A | B | D | C | C | C |
| B | D | C | C | C | C |

P

$C=7, D=5, B=3, A=9$

از روی شکل مشاهده می‌شود که بلوک X به محصول A تخصیص داده شده است.

۱۱- گزینه (۱)

ابعاد کارتن  $1 \times 1 \times 1$  مترمکعب می‌باشد، بنابراین فضای لازم برای هر نوع محصول محاسبه می‌شود:

$$A: \frac{1000}{3} = 333/34$$

$$B: \frac{2000}{3} = 666/67$$

$$C: \frac{500}{3} = 166/67$$

کل فضای مورد نیاز انبار

$$= 333/34 + 666/67 + 166/67 = 1166/68 \approx 1167 m^2$$

کل فضای لازم جهت محصولات

$$= \frac{1167}{0/7} = 1667/14 \approx 1668 m^2$$

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۴)

مساحت انبار براساس حداکثر تقاضای هر محصول باید محاسبه گردد.

$$\text{تعداد کارتن‌های A} = \frac{2000}{5} = 400, \text{ D} = \frac{1800}{3} = 600$$

$$\text{تعداد کارتن‌های B} = \frac{1500}{3} = 500, \text{ E} = \frac{1800}{3} = 600$$

$$\text{تعداد کارتن‌های C} = \frac{1500}{3} = 500$$

فقط کارتن‌های مشابه را می‌توان روی هم قرار داد.

$$\text{مساحت فضای انبار بدون راهروهای داخلی} = \left( \frac{400}{3} + \frac{500}{3} + \frac{500}{3} + \frac{600}{3} + \frac{600}{3} \right) \times (1 \times 1) = 866/67$$

$$\text{انبار کل مساحت} = \frac{866/67}{1-0/2} = 1083/3 \approx 1085$$

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل نهم

| پاسخ     | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|----------|-----|------|-----|------|-----|
| هیچ‌کدام | ۹   | ۳    | ۵   | ۳    | ۱   |
| ۱        | ۱۰  | ۲    | ۶   | ۱    | ۲   |
| ۱        | ۱۱  | ۳    | ۷   | ۲    | ۳   |
|          |     | ۲    | ۸   | ۴    | ۴   |



## فصل دهم

### جریان مواد

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- اصول عمده در طرح جریان مواد
- سطوح جریان مواد
- انواع الگوی جریان مواد افقی و عمودی
- روش‌های تجزیه و تحلیل جریان مواد

## جریان مواد مناسب

کلیه عناصر، اعم از مواد، قطعات و ... از قسمت دریافت تا قسمت ارسال در بهترین مسیرهای ممکن حرکت می کنند. **نکته** ← جریان مواد برنامه ریزی شده منجر به استقرار موثر تجهیزات و به دنبال آن عملیات تولید کارا می شود که در نهایت باعث کاهش هزینه تولید و افزایش سودآوری می گردد.

## اصول عمده در طرح جریان مواد

- ۱- حداقل رفت و برگشت
- ۲- حداقل کردن حمل دستی
- ۳- حداقل کردن حمل های چندگانه
- ۴- ساده کردن: ترکیب عملیات تا حد ممکن یا انجام عملیات حین حمل

## سطوح جریان مواد

- ۱- جریان مواد در سطح ایستگاه کاری ← اصول اقتصادی حرکات
  - ۲- جریان مواد در سطح هر یک از بخش ها
  - ۳- جریان مواد در سطح کل کارخانه
- نکته** ← جریان مواد در ایستگاه های کاری و یا داخل بخش ها باید با الگوی کلی جریان مواد هم جهت باشد.

## انواع الگوی جریان مواد افقی

- ۱- الگوی خط مستقیم  موارد کاربرد: تولید انبوه (استقرار محصولی)
- نکته** ← در الگوی جریان خط مستقیم قسمت دریافت و ارسال در مقابل هم قرار می گیرند. تعداد عملیات زیاد و فرآیند تولید کوتاه و ساده می باشد.



- ۲- الگوی زیگزاگ
- موارد کاربرد: محدودیت فضا و فرآیند طولانی

**نکته** ← در الگوی زیگزاگ قسمت دریافت و ارسال هم می توانند در یک طرف و هم در مقابل یکدیگر قرار گیرند.



- ۳- الگوی L شکل

موارد کاربرد: محدودیت طولی یا فضا یا ساختمانی. هزینه ها یا امکانات موجود امکان پیاده سازی الگوی خط مستقیم را نمی دهد.

**تست راهنما** از الگوی L شکل معمولاً چه موقع استفاده می شود؟

- (۱) تعداد ماشین آلات مشابه زیاد باشد.
- (۲) به خاطر محدودیت فیزیکی امکان استفاده از الگوهای خط مستقیم و U شکل وجود نداشته باشد.
- (۳) محل دریافت و ارسال نزدیک هم باشند.
- (۴) کنترل بهتر بر روی ایستگاه های کاری لازم باشد.

### پاسخ تشریحی

گزینه ۲

#### ۴- الگوی U شکل

موارد کاربرد: استفاده از وسایل مشترک در مراحل تولید و استقرار تسهیلات حمل و نقل در یک طرف کارخانه.

#### نکته

الگوی U شکل، همه مزایای الگوی زیگزاگ را دارد. این الگو منجر به استفاده موثر از فضا می‌شود.

#### نکته

در الگوی U شکل، امکان سرویس‌دهی یک اپراتور به چند ماشین وجود دارد. به همین دلیل انعطاف‌پذیری افزایش می‌یابد.

#### ۵- الگوی دایره‌ای شکل

موارد کاربرد: قرار گرفتن، دریافت و ارسال در یک محل، استفاده از یک ماشین در فرآیند تولید برای بار دوم.

#### نکته

در الگوی دایره‌ای شکل نیز یک اپراتور می‌تواند به چند ماشین همزمان سرویس دهد.

#### ۶- الگوی نامشخص (درهم)

موارد کاربرد: هنگامی که یک سیستم حمل و نقل اتوماتیک وجود دارد و محدودیت فضای کارخانه نیز می‌تواند در استفاده از این الگو موثر باشد.

#### نکته

الگوی نامشخص ممکن است در مواردی که تعداد مونتاژهای فرعی بسیار بالا است، استفاده شود. این الگو جهت کوتاه کردن فاصله بین

قسمت‌های مرتبط و استفاده بیشتر از فضای کارخانه ایجاد می‌شود.

### تست راهنما

کدام گزینه در مورد الگوهای جریان مواد، صحیح نیست؟

(۱) الگوی U شکل زمانی استفاده می‌شود که تسهیلات عمومی حمل و نقل در یک طرف کارخانه باشند.

(۲) الگوی زیگزاگ وقتی استفاده می‌شود که طول خط تولید نسبت به فضای موجود، طولانی نباشد.

(۳) الگوی خط مستقیم در زمانی استفاده می‌شود که فرآیند تولید کوتاه و ساده باشد، تعداد اجزای تشکیل‌دهنده محصول کم باشد، تعداد ماشین‌آلات کم باشد.

(۴) الگوی دایره‌ای شکل برای وقتی است که لازم باشد یک محصول دقیقاً به محل شروع عملیات بازگردد و قسمت‌های دریافت و ارسال در یک محل باشند و یا از یک ماشین برای بار دوم استفاده شود.

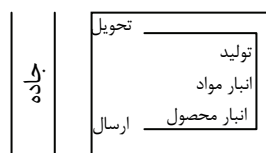
(سراسری ۸۲)

### پاسخ تشریحی

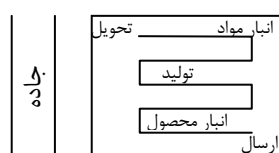
گزینه ۲

### تست راهنما

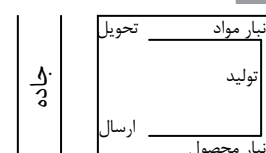
کدام یک از اشکال زیر ارتباط مناسبی را بین قسمت‌های تحویل، انبار مواد، انبار کالای ساخته شده و بارگیری را نشان می‌دهد؟



(۳)



(۲)



(۱)

(۴) و ۳

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

(سراسری ۷۲)

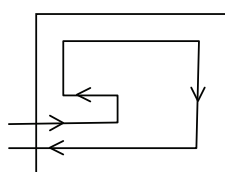
### پاسخ تشریحی

گزینه ۱

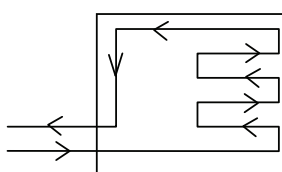
گزینه (۲) در سمت راست جاده‌ای جهت ارسال کالا وجود ندارد و گزینه (۳) هم جایگاه تولید و انبار مواد مناسب نمی‌باشد.

## انواع الگوی جریان مواد عمودی

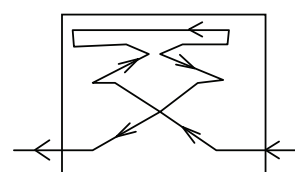
جریان موادی را که عمدتاً سبک، کوچک و کم حجم هستند؛ می‌توان با استفاده از وسایل حمل و نقل در طبقات مختلف برقرار کرد.



(a)



(b)



(c)

**نکته** در الگوی جریان مواد (C) از تسمه نقاله یا پلکان‌های متحرک استفاده می‌شود و جریان مواد، هم به‌صورت عمودی و هم افقی و هم شیب‌دار وجود دارد.

### روش‌های تجزیه و تحلیل جریان مواد

- ۱- روش‌های سنتی اعم از نمودار مونتاژ، OPC، نمودار فرآیند چند محصولی، FPC، دیاگرام جریان، نمودار از - به، نمودار ارتباطات یا رابطه فعالیت‌ها (ARC) و ....
- ۲- روش‌های کمی: مدل‌های ریاضی و تحقیق در عملیات اعم از مساله تخصیص، حمل و نقل، فروشنده دوره‌گرد و ...

#### نمودار از-به (نمودار سفر یا جدول جریان مواد)

موارد کاربرد: تحلیل و طراحی الگوی جریان، طرح‌ریزی ماشین‌آلات و ...

**نکته** معیار کارآمدی (گشتاور) نمودار از - به

اعداد خانه‌های بالای قطر اصلی (جریان‌های مستقیم) بسته به فاصله از قطر اصلی به‌ترتیب در ۱ تا آخر ضرب شده و اعداد خانه‌های پایین قطر اصلی (جریان‌های برگشتی) بسته به فاصله از قطر اصلی به‌ترتیب در مضارب ۲ ضرب می‌شود و مجموع این حاصل‌ضرب‌ها معیار کارآمدی را نشان می‌دهد. این معیار کارآمدی باید حداقل شود که این کار با سعی و خطا و جابه‌جایی بخش‌ها صورت می‌گیرد.

#### تست راهنما

چنان‌چه پر کردن یک جدول از-به در اواسط کار متوقف شود، آن‌گاه چگونه فرد دیگری می‌تواند با بررسی جدول متوجه شود که کار در کجا متوقف گردیده است؟

(۲) با بررسی یک سطر و یک ستون

(۱) امکان ندارد.

(۴) با بررسی یک ستون و دو سطر

(۳) با بررسی یک سطر و سه ستون

(سراسری ۶۹)

#### پاسخ تشریحی

گزینه (۱)

#### تست راهنما

کدام گزینه در مورد روش‌های سنتی تحلیل جریان، صحیح است؟

- (۱) نمودار فرآیند و نمودار فرآیند جریان، هر دو از ترکیب نمودار فرآیند عملیات و برگه مسیر تولید (Route sheet) به‌دست می‌آیند.
- (۲) نمودار فرآیند عملیات (OPC)، میزان مواد خروجی، میزان مواد دور ریز و همین‌طور سرقیچی و براده را نشان می‌دهند.
- (۳) شکل جریان الکتریسیته جریان (Flow Diagram)، از ترسیم کلیه عملیات، بازرسی‌ها، حمل و نقل‌ها و انبار کردن بر روی شکلی از کارخانه با مقیاس مناسب، به‌دست می‌آیند.
- (۴) نمودار فرآیند جریان (FPC) فقط در مورد یک کارخانه موجود قابل ترسیم است و نمودار عملیات (OPC) هم برای یک کارخانه موجود و هم برای کارخانه‌ای که وجود ندارد (طراحی از صفر) پس از طراحی فرآیند قابل ترسیم است.

(سراسری ۸۳)

#### پاسخ تشریحی

گزینه (۳)

#### نمودار ارتباطات (ARC)

در این نمودار، رابطه بین دو فعالیت تولیدی، دو فعالیت خدماتی و یا یک فعالیت تولیدی با یک فعالیت خدماتی قابل بررسی است. **نکته** مشخصات ساختمان، احتیاجات و نیازمندی‌های بخش‌ها یا فعالیت‌ها، توسعه و محل کارخانه می‌توانند عوامل موثر در تعیین رابطه فعالیت‌ها باشند.

#### شکل رابطه فعالیت‌ها

در این نمودار، هر فعالیت به‌صورت یک مربع نمایش داده می‌شود و رابطه این فعالیت با سایرین بر روی رئوس مربع مشخص می‌شود.

#### دیاگرام رابطه فعالیت‌ها

در این دیاگرام از نوع رابطه بین فعالیت‌ها، تعداد خطوط مشخصی بین دو بخش ترسیم می‌شود.



## نمودار ارتباط فضا

همان دیاگرام رابطه فعالیت‌هاست که هر قسمت متناسب با مساحتش در نظر گرفته شده است.

## چیدمان بلوکه‌ای (دیاگرام بلوکه‌ای)

با حذف خطوط و اصل بین بخش‌ها از نمودار ارتباط فضا و نزدیکی بخش‌ها، چیدمان بلوکه‌ای حاصل می‌شود که یک نقشه استقرار بدون ذکر جزئیات است.

## تست راهنما

کدام یک از نمودارهای تجزیه و تحلیل جریان، مقیاس مساحت‌ها لحاظ نمی‌شود؟

(۱) نمودار ارتباط فضا

(۲) دیاگرام جریان

(۳) دیاگرام بلوکه‌ای

(۴) دیاگرام رابطه فعالیت‌ها

(تالیفی)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۴

## تست راهنما

کدام گزینه زیر در مورد جدول رابطه فعالیت‌ها درست نیست؟

(۱) نحوه ارتباط بخش‌های مختلف و مراکز کاری و اداری را نشان می‌دهد.

(۲) این جدول نقطه شروع برای به‌کارگیری جدول از - به می‌باشد.

(۳) این جدول بهترین ترتیب استقرار بخش‌ها و مناطق کاری را تعیین می‌کند.

(۴) این جدول نشان‌دهنده حجم حمل و نقل ما بین بخش‌های مختلف کاری است.

(سراسری ۷۳)

## پاسخ تشریحی

صورت سوال اشتباه است.

چون گزینه‌های (۲) و (۳) و (۴) عبارات غلطی در مورد جدول رابطه فعالیت‌ها می‌باشند.

## تست راهنما

کدام یک از چارت‌های زیر می‌توانند تصاویر کمی و کیفی را در ارتباط بین قسمت‌ها نشان دهند؟

(۱) نمودار جریان

(۲) نمودار OPC

(۳) چارت سیمو

(۴) چارت رابطه فعالیت‌ها

(آزاد ۷۹)

## پاسخ تشریحی

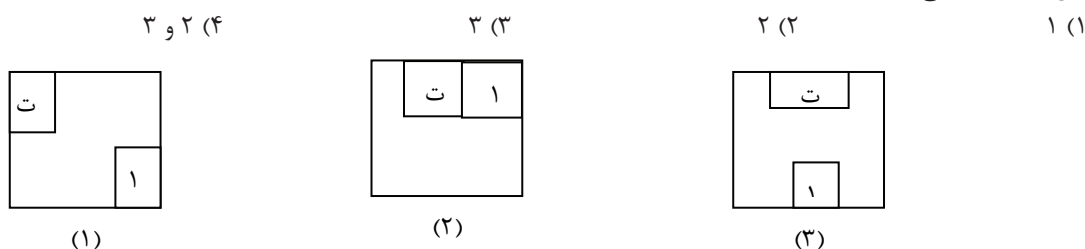
گزینه ۴

چارت رابطه فعالیت‌ها می‌تواند ارتباط بین بخش‌های تولیدی با تولیدی، تولیدی با غیرتولیدی، و غیرتولیدی با غیرتولیدی را نشان دهد.

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل دهم

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- در زمینه طرح‌ریزی قسمت ارسال و تحویل، چنانچه تسهیلات حمل و نقل در دو طرف مجاور کارخانه باشند، کدام یک از طرح‌های زیر را انتخاب می‌کنید؟



(سراسری ۷۲)

۲- چنانچه خط تولید طولانی باشد و نتوانیم فضای زیادی را به آن اختصاص دهیم، کدام یک از الگوهای جریان زیر را انتخاب می‌کنید؟

(۱) دایره‌ای (۲) U شکل (۳) زیگزاگ (۴) ترکیبی از موارد قبل

(سراسری ۷۲)

۳- کدام فاکتور بر روی الگوی جریان تاثیر می‌گذارد؟

(۱) نوع استقرار ماشین‌آلات (۲) تعداد قطعاتی که باید تولید شود.

(۳) تعداد عملیاتی که روی هر نقطه بایستی انجام شود. (۴) هر سه مورد

(سراسری ۷۸)

۴- جهت استفاده مشترک از تسهیلات و تجهیزات در بخش‌های دریافت و ارسال، کدام الگوی جریان مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

(۱) جریان مستقیم (۲) زیگزاگ (۳) U شکل (۴) هر سه مورد

(سراسری ۷۸)

۵- به نظر شما انعطاف‌پذیری ساخت و تولید قطعات مختلف در کدام یک از الگوهای جریان تولید بیشتر است؟

(۱) U شکل (۲) مستقیم (۳) L شکل (۴) زیگزاگ

(سراسری ۷۹)

۶- الگوی جریان پروسه تولید محصولاتی که تعداد عملیات مورد نیاز بر آن‌ها بسیار زیاد است و تعداد ایستگاه‌های عملیاتی آن‌ها به نسبت فضای موجود زیاد می‌باشد، چگونه است؟

(۱) U شکل (۲) زیگزاگ (۳) مستقیم (۴) دایره‌ای شکل

(سراسری ۷۹)

۷- به نظر شما برای تخصیص چندین ماشین به یک کارگر، کدام الگوی جریان تولید مناسب‌تر است؟

(۱) L شکل (۲) مستقیم (۳) U شکل (۴) هر سه مورد

(سراسری ۸۰)

۸- کدام یک از فاکتورهای زیر بیشترین تاثیر را بر روی الگوی جریان دارد؟

(۱) ابعاد ماشین‌آلات تولیدی و نوع استقرار آن‌ها

(۲) تعداد قطعاتی که بایستی تولید شود و دقت مورد نیاز قطعات تولیدی

(۳) نوع استقرار ماشین‌آلات و تعداد عملیاتی که روی هر قطعه بایستی انجام شود.

(۴) ترتیب عملیاتی که روی هر قطعه بایستی انجام شود و نوع مواد مورد نیاز قطعات تولیدی

(سراسری ۸۲)

۹- فرآیند تولید قطعه‌ای به گونه‌ای است که طی ۴ مرحله پشت سر هم بر روی ۴ ماشین تولید می‌شود. قرار است مسئولیت تولید هر قطعه بر عهده یک کارگر باشد. به این صورت که مواد اولیه توسط کارگر برداشته شده و به ترتیب بر روی ماشین اول، ماشین دوم، ماشین سوم و ماشین چهارم و نهایتاً قطعه تولید می‌گردد. قرار است مسئولیت این ۴ ماشین به طور مشترک به سه اپراتور واگذار شود. به نظر شما چه نوع استقرار برای این چهار ماشین مناسب‌تر است؟

(۱) الگوی L شکل (۲) الگوی مستقیم (۳) الگوی S شکل (۴) الگوی دایره‌ای شکل

(سراسری ۸۵)

۱۰- در ارتباط با فرآیند تجزیه و تحلیل جریان مواد کدام یک از گزاره‌های زیر صحیح است؟

- (۱) بررسی جریان مواد به منظور کاهش حمل و نقل، حذف و کاهش تأخیرها و موجودی حین تولید انجام می‌پذیرد.
- (۲) بررسی جریان مواد به منظور شناسایی فرآیند و تخصیص ماشین‌ها به نیروی انسانی است.
- (۳) بررسی جریان مواد به منظور شناسایی فرآیند و تعیین تعداد ماشین‌های مورد نیاز است.
- (۴) بررسی جریان مواد به منظور تعیین نوع الگوی جریان و تعیین تعداد تجهیزات حمل و نقل است.

(سراسری ۸۷)

### تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۱۱- در چارت رابطه فعالیت‌ها کدام یک از حروف بیانگر رابطه نزدیکی بیشتر می‌باشند؟

- O (۱) I (۲) A (۳) U (۴)

(آزاد ۸۰)

۱۲- کدام یک از نمودارهای زیر را می‌توان برای بیان فعالیت‌های تولیدی و غیرتولیدی استفاده نمود؟

- (۱) چارت رابطه فعالیت‌ها (۲) چارت مونتاژ (۳) چارت از- به (۴) چارت فرآیند عملیات مرکب

(آزاد ۸۰ و با کمی تغییر آزاد ۸۱)

۱۳- در چارت رابطه فعالیت منظور از X چیست؟

- (۱) نزدیک بودن دو فعالیت لازم نیست.
- (۲) نزدیک بودن دو فعالیت لازم است.
- (۳) مدار خطرناک است.
- (۴) اهمیت ندارد.

(آزاد ۸۱)

## پاسخنامه تشریحی فصل دهم

### پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۴)

۲- گزینه ۳)

الگوی زیگزاگی برای وقتی خط تولید، طولانی است، کاربرد دارد.

۳- گزینه ۴)

نوع استقرار ماشین آلات، تعداد عملیاتی که روی هر نقطه بایستی انجام شود و تعداد قطعاتی که باید تولید شود، بر روی الگوی جریان موثر است.

۴- هیچ کدام

علاوه بر الگوی جریان U، در الگوی زیگزاگ هم می توان از تسهیلات مشترک در بخش های دریافت و ارسال استفاده کرد. به نظر می رسد سؤال دارای اشکال است.



۵- گزینه ۱)

انعطاف پذیری ساخت و تولید قطعات مختلف در الگوی جریان U شکل بیشتر است.

۶- گزینه ۲)

الگوی زیگزاگی برای وقتی خط تولید، طولانی است، کاربرد دارد.

۷- گزینه ۳)

برای تخصیص چندین ماشین به یک کارگر، الگوی U شکل مناسب تر است؛ زیرا میزان دسترسی کارگر به ماشین ها راحت تر است.

۸- گزینه ۳)

نوع استقرار ماشین آلات و تعداد عملیاتی که روی هر قطعه باید انجام شود، تاثیر زیادی بر روی الگوی جریان مواد دارند.

۹- گزینه ۴)

چون هر کارگر به صورت حلقه ای هر ۴ ماشین را پشتیبانی می کند و بلافاصله باید سراغ ماشین اول برود، الگوی دایره ای شکل مناسب تر به نظر می رسد.

۱۰- گزینه ۱)

بخش اعظمی از هزینه ها را هزینه حمل و نقل و سرمایه در جریان ساخت تشکیل می دهد. بررسی جریان مواد به منظور کاهش حمل و نقل ها حذف و کاهش موجودی در جریان ساخت و تاخیرها است.

### پاسخنامه آزمون آزاد

۱۱- گزینه ۳)

$A > E > I > O > U > X$

میزان نزدیکی برای حروف مهندسی صنایع عبارت است از:

۱۲- گزینه ۱)

چارت رابطه فعالیت ها می تواند ارتباطات تولیدی و غیرتولیدی را نشان دهد.

۱۳- گزینه ۱)

منظور از علامت X این است که نزدیک بودن دو فعالیت لازم نیست.

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل دهم

| پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ     | تست |
|------|-----|------|-----|----------|-----|
| ۱    | ۱۰  | ۲    | ۶   | ۴        | ۱   |
| ۳    | ۱۱  | ۳    | ۷   | ۳        | ۲   |
| ۱    | ۱۲  | ۳    | ۸   | ۴        | ۳   |
| ۱    | ۱۳  | ۴    | ۹   | هیچ کدام | ۴   |
|      |     |      |     | ۱        | ۵   |



# فصل یازدهم

## حمل و نقل

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- حمل و نقل
- حمل و نقل و عوامل تشکیل‌دهنده آن
- آشنایی با شیوه‌های حمل و نقل
- نوع استقرار و ویژگی‌های حمل و نقل

## حمل و نقل

سیستمی است که با حداقل هزینه بتواند جریان مواد لازم را طوری برقرار کند که مطلوبیت مکانی طبق نقشه استقرار حاصل شود.

← **نکته** (کی، کجا، چه چیز و چرا؟ حمل می شود) = سیستم حمل و نقل

## عوامل مهم تشکیل دهنده حمل و نقل

حرکت، زمان، مکان، مواد، فضا

## روش سیستماتیک حمل و نقل

۱- بررسی مواد حمل شونده

۲- بررسی حرکات

۳- بررسی انواع تجهیزات و انتخاب روش حمل و نقل

## عوامل اصلی هزینه حمل و نقل

محصول، مقدار، مسیر، زمان حمل و نقل، سرویس حمایت کننده

### تست راهنما

تعداد اقلام و یا محموله ای از مواد که می تواند به صورت یک جا حمل و نقل شود و به صورت یک شی تکی نگارش شود، تعریف

چه اصطلاحی در طرح ریزی است؟

۱) واحد بار

۲) سیستم یکپارچه حمل و نقل

۳) سیستم جابه جایی مواد در کامیون

۴) راجع به مقدار مواد حمل و نقل شده در طول مسیر تولید

(سراسری ۸۱)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۱)

← **نکته** معایب واحد بار عبارتند از:

• هزینه بسته بندی و باز کردن

• وزن ظرف استفاده شده

• لوازم و فضای مورد نیاز

• برگرداندن ظروف خالی

← **نکته** انواع واحد بار عبارتند از: پالت، اسکید، قفسه، صفحه و ظرف (container)

← **نکته** قرار دادن یک وسیله زیر واحد بار، وارد کردن چنگک در داخل واحد بار و گرفتن بار بین دو گیره و معلق کردن بار، روش های حرکت

دادن واحد بار می باشند.

## شیوه های حمل و نقل

۱- حمل و نقل دستی

۲- حمل و نقل با وسایل بدون نیروی محرکه

۳- حمل و نقل با وسایل دارای نیروی محرکه



### وسایل حمل و نقل با نیروی محرکه

- (۱) نقاله‌ها (Conveyors): حمل بارهای همگن به‌طور پیوسته از نقطه‌ای به نقطه دیگر در مسیر ثابت
- (۲) جرثقیل‌ها و بالابرها (Canes & hoists): جهت حمل واحدهای بار متفاوت در دامنه متوسط و در محوطه ثابت
- (۳) ارايه‌های صنعتی (Industrial trucks): جهت حمل واحدهای بار با سرعت متغیر، انعطاف‌پذیری زیاد و تنوع زیاد

← نکته

برای ارايه‌های صنعتی نیاز به ارتفاع و جاده مناسب است.

← نکته

لیفتراک‌ها و ارايه‌های هدایت‌شونده (AGV) در دسته ارايه‌های صنعتی قرار می‌گیرند.

### تست راهنما

کدام یک از سیستم‌های حمل و نقل، انعطاف‌پذیرتر است؟

(۱) تراک‌ها

(۲) نقاله‌ها

(۳) جرثقیل‌ها

(۴) آسانسورها

(سراسری ۸۱)

### پاسخ تشریحی

گزینه (۱)

تراک‌ها به دلیل امکان حرکت در مسیرهای مختلف و حمل بارهایی با وزن مختلف، انعطاف‌پذیرتر هستند.

### تست راهنما

از تجهیزات حمل و نقل زیر کدام یک به‌صورت ثابت و پیوسته عمل می‌کند؟

(۱) بالابرها

(۲) جرثقیل‌ها

(۳) لیفتراک‌ها

(۴) نقاله‌ها

(سراسری ۷۹ و آزاد ۸۱)

### پاسخ تشریحی

گزینه (۴)

### نوع استقرار و ویژگی‌های حمل و نقل

- استقرار محصولی
- حرکت مواد تقریباً پیوسته بوده و از وسایل حمل و نقل مخصوص در این استقرار استفاده می‌شود. حجم حمل و نقل بالا بوده و در مسیرهای ثابت و ساده انجام می‌شود.
- استقرار ثابت
- حرکت مواد پیوسته بوده و حجم حمل و نقل بالا و سنگین است.
- استقرار فرآیندی
- مسیرهای حمل و نقل ثابت نبوده و با هم معمولاً تداخل دارند. میزان حمل و نقل هم نسبتاً پایین است.
- استقرار تکنولوژی گروهی
- در این استقرار حمل و نقل‌ها دسته‌بندی می‌شوند.

### طبقه‌بندی مواد برای حمل و نقل

- در طبقه‌بندی مواد برای حمل و نقل می‌توان از نمودار پارتو استفاده کرد.
- ← نکته برای محصولات طبقه A، از وسایل حمل و نقل اختصاصی تر و با درجه اتوماسیون بالاتر استفاده می‌شود؛ درحالی‌که برای محصولات طبقه C از وسایل حمل و نقل عمومی و انعطاف‌پذیرتر استفاده می‌گردد.

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل یازدهم

## تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- تعریف زیر را جهت کدام دسته از وسایل حمل و نقل می‌توان به کار برد؟  
« جهت حمل بارهای همگون که به‌طور پیوسته از نقطه‌ای به نقطه دیگر در مسیر ثابت باشند، استفاده می‌شوند. »

(۱) اربه‌های صنعتی Industrial Turcks

(۲) جرثقیل‌ها Cranes

(۳) نقاله‌ها Conveyors

(۴) بالابرها Haist

(سراسری ۷۴)

۲- در یک واحد تولیدی، مواد اولیه به شکل پودر است و پس از پرس شدن در کارگاه پرس، قطعات نیمه‌ساخته، درون سینی چیده شده و به سمت کوره حرکت داده می‌شود (در این مرحله امکان ریزش قطعات وجود دارد). قطعات پس از پخته شدن در کوره به‌صورت انباشت درون سبدهای مخصوص ریخته شده و به‌سمت خط مونتاژ هدایت می‌شود. با این اطلاعات سیستم مناسب حمل از پرس به کوره و از آن‌جا به مونتاژ عبارت است از :

(۱) گاری دستی، گاری دستی

(۲) نقاله، گاری دستی

(۳) لیفتراک، گاری دستی

(۴) لیفتراک، نقاله

(سراسری ۷۴)

۳- در مورد زمان سیکل نقاله کدام عبارت صحیح است؟

(۱) زمان سیکل نقاله باید کمتر از طولانی‌ترین زمان کار باشد.

(۲) زمان سیکل نقاله، زمان لازم بین دو مونتاژ متوالی است که از یک نقطه خاص روی خط مونتاژ عبور می‌کنند.

(۳) اگر زمان‌های عملیات را به‌صورت کسری از زمان سیکل بیان کنیم، زمان سیکل نقاله کمتر از نصف مجموع آن‌ها می‌شود.

(۴) در صورتی که زمان سیکل نقاله طولانی باشد، قطعات تکمیل نشده از خط عبور می‌کند و باید نقاله مرتباً متوقف شود.

(سراسری ۷۷ و سراسری ۷۹)

۴- اگر شدت جریان مواد بین دو نقطه زیاد و فاصله بین آن دو نقطه هم طولانی باشد، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) استقرار دو بخش مناسب انجام نشده است.

(۲) برای حمل و نقل مواد بایستی از وسایل نقلیه موتوری استفاده گردد.

(۳) برای حمل و نقل مواد بین دو نقطه از تجهیزات پیچیده استفاده شود.

(۴) برای حمل و نقل مواد بین دو نقطه از تجهیزات ساده استفاده می‌گردد.

(سراسری ۷۸)

۵- در کارخانه‌ای برای حمل ۲۴۰۰ جعبه کوچک در فاصله ۱۰۰ فوتی، دو سیستم حمل و نقل به‌صورت دستی و یا با استفاده از نقاله که هر دو سیستم با ظرفیت یک جعبه در هر سفر قابل تعریف هستند. اگر زمان استاندارد برای بارگیری یا تخلیه یک جعبه از موقعیتی حداکثر تا کمر بدون راه رفتن ۰/۳ دقیقه باشد و سرعت استاندارد راه رفتن ۲۰۰ فوت در دقیقه باشد، زمان انجام کار در دو سیستم حمل و نقل چیست؟

(۱) ۷۲ و ۷۲

(۲) ۷۲ و ۲۵۴۴

(۳) ۲۵۴۴ و ۷۲

(۴) ۱۴۴ و ۲۵۴۴

(سراسری ۷۸)

۶- منظور از سیستم AGV کدام است؟

(۱) سیستم‌های انبار در فرآیندهای تولیدی است.

(۲) سیستم حمل و نقل مکانیزه در سیستم‌های قابل انعطاف تولیدی

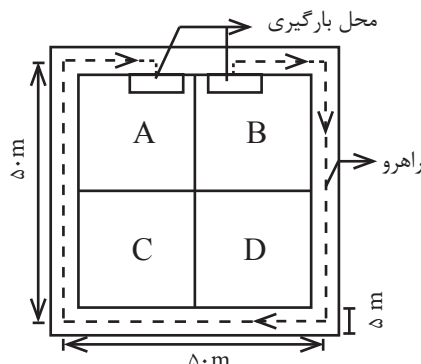
(۳) برنامه کامپیوتری استقرار تجهیزات

(۴) الگوریتم‌های مدل‌های مکانی‌یابی مرکب است.

(سراسری ۷۹ و آزاد ۸۰)

۷- برای حمل و نقل مواد میان چهار انبار هم شکل A, B, C, D از یک سیستم AGV (وسیله نقلیه هدایت شونده اتوماتیک) استفاده می گردد. اگر بخواهیم موادی را از انبار A به انبار B منتقل کنیم، با این سیستم حمل و نقل چه مسافتی را باید طی کنیم؟

(۱) ۱۶۵ (۲) ۱۴۵ (۳) ۱۳۵ (۴) ۲۵



(سراسری ۸۰)

۸- در یک کارخانه برای انتقال مواد از یک بخش به بخش دیگر از نقاله سقفی استفاده می کنند که دارای سرعت است. نقاله در مسیر دایره ای شکل به قطر برگشت پذیر بوده و زمان بارگذاری و تخلیه برای آن مساوی و برابر است. اگر بارگذاری و تخلیه در دو نقطه مقابل از مسیر نقاله صورت گیرد. در یک ساعت چند قطعه منتقل می گردد؟

(۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۷۰ (۴) ۱۴۰

(سراسری ۸۱)

۹- در انتخاب تجهیزات انتقال مواد (Material handling)، اگر لازم باشد که مواد متناوباً بین نقاط مشخص حرکت داده شوند، حرکت مواد باید در یک مسیر ثابت و در حجم کافی انجام شود، مواد به صورت فله ای باشند، مواد حساس نباشند و انتقال با روش ارزان انجام شود، کدام گزینه ذیل انتخاب معقول تری به نظر می رسد؟

- (۱) نقاله شیب دار- ناودانی (۲) نقاله غلطکی- نقاله آزاد با نیروی متحرک  
(۳) نقاله تسمه ای مسطح- نقاله تسمه ای تلسکوپی (۴) نقاله زنجیری- نقاله بکسلی

(سراسری ۸۲)

### تست های آزمون دانشگاه آزاد

۱۰- کدام یک از وسایل حمل و نقل زیر وسایل حمل هستند؟

- (۱) لیفتراک (۲) پالت (۳) نقاله ها (۴) جرثقیل

(آزاد ۸۱)

### تست های آزمون سراسری ۸۹

۱- هنگامی که دو مسیر حمل و نقل به صورت متناظر از روی یکدیگر عبور می کنند، بهتر است از کدام وسیله حمل برای این مسیرها استفاده کنیم؟

- (۱) ناودانی (۲) نقاله (۳) جرثقیل (۴) وسایل حمل دستی

## پاسخنامه تشریحی فصل یازدهم

## پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۳

جهت حمل بارهای همگون که به طور پیوسته از نقطه‌ای به نقطه دیگر در مسیر ثابت باشند از نقاله‌ها استفاده می‌شود.

۲- گزینه ۴

با توجه به اینکه قطعات پخت شده هنوز دارای حرارت هستند، حمل آن‌ها با گاری خطرناک است و بهتر است از نقاله استفاده شود. از آنجایی که امکان ریزش در قطعات پرس شده وجود دارد باید از وسیله‌ای استفاده گردد که حداقل لرزش را دارا باشد که لیفتراک می‌تواند گزینه‌ی مناسبی باشد. بنابراین پاسخ سؤال لیفتراک، نقاله است.

۳- گزینه ۲

زمان سیکل نقاله، زمان لازم بین دو مونتاژ متوالی است که از یک نقطه خاص روی خط مونتاژ عبور می‌کند.

۴- گزینه ۱

دو بخش با شدت جریان زیاد باید به هم نزدیک باشند، در این صورت از نقاله استفاده می‌شود. بر این اساس به نظر می‌رسد استقرار دو بخش نامناسب صورت گرفته است.

۵- هیچ کدام

$$\text{سیستم نقاله} = 2400 \times 0.3 \times 2 = 144$$

$$\text{سیستم دستی} = 2400 \times 0.3 \times 2 + 2400 \times \frac{100}{200} = 1344$$

در سیستم دستی کلیه عملیات اعم از بارگیری، تخلیه و راه رفتن در زمان انجام کار باید لحاظ شود، اما سیستم نقاله یک نوار به هم پیوسته است که نیاز به بارگیری و تخلیه توسط انسان در این کارخانه وجود دارد.

۶- گزینه ۲

منظور از AGV، سیستم‌های مکانیزه حمل و نقل (Automotive Guided Vehicle) می‌باشد.

۷- گزینه ۱

$$165 = (12/5 + 2/5) + (3 \times 45) + (2/5 + 12/5) = \text{مسافت طی شده با این سیستم حمل و نقل}$$

۸- گزینه ۱

$$d = 20 \text{ m} \rightarrow r = \frac{d}{2} = 10 \text{ m}$$

$$\text{طول مسیر} = 2\pi r = 62.8$$

قطعه روی محیط دایره حرکت می‌کند.

$$\text{مدت زمان طی کردن مسیر} = \frac{L}{V} = \frac{62.8}{20} = 3.14 \text{ دقیقه}$$

$$4 = 0.43 + 0.43 + 3.14 = \text{زمان طی مسیر} + \text{زمان تخلیه} + \text{زمان بارگذاری} = \text{کل زمان انتقال یک قطعه}$$

$$15 = \frac{60}{40} = \text{تعداد قطعه انتقالی در یک ساعت}$$

۹- گزینه (۱)

← نکته در این جا به تعاریف انواع نقاله ها پرداخته می شود:

نقاله شیب دار: برای وصل کردن دو خط نقاله دارای نیروی محرکه به کار می رود.  
 نقاله تسمه ای ناودانی: جهت انتقال مواد فله ای استفاده می شود.  
 نقاله غلطکی: یک نوع معمول نقاله با نیروی محرکه مثل تسمه یا زنجیر و یا بدون نیروی محرکه که با نیروی جاذبه کار می کند.  
 نقاله آزاد با نیروی محرکه: در این نقاله، یکسری حامل مجزای با فاصله به وسیله یک زنجیر حمایت می شوند.  
 نقاله تسمه ای مسطح: این نقاله معمولاً برای انتقال بارها با وزن کم یا متوسط در بین عملیات بخش ها، سطوح و ساختمان ها استفاده می شود.  
 این نقاله به ویژه وقتی مفید است که در مسیر آن یک سرازیری یا سر بالایی وجود داشته باشد.  
 نقاله تسمه ای تلسکوپی: یک نقاله تسمه ای مسطح است که روی بسته های لغزنده کار می کند. این نقاله معمولاً برای ارتباط داخل و خارج محدوده همراه یدک کش ها برای تخلیه و بارگیری در دروازه های دریافت و ارسال استفاده می شوند.  
 نقاله زنجیری: شامل یک یا چند زنجیر بی انتهاست که بارها مستقیماً روی آن حمل می شود.  
 نقاله بکسلی: نقاله بکسلی برای حرکت دادن کالسکه های چرخ دار در طول کف زمین استفاده می شود.

### پاسخ نامه آزمون آزاد

۱۰- گزینه (۲)

پالت، جزو وسایل واحد بار است که می تواند با وسایل حمل و نقل اعم از گاری، لیفتراک، جرثقیل و ... جابه جا شود.

### پاسخ نامه تشریحی تست های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه (۲)

هنگامی که دو مسیر حمل و نقل به صورت متناظر از روی یکدیگر عبور می کنند، نقاله برای حمل مناسب تر است.

### پاسخ کلیدی سؤالات فصل یازدهم

| تست | پاسخ | تست | پاسخ     | تست | پاسخ |
|-----|------|-----|----------|-----|------|
| ۱   | ۳    | ۵   | هیچ کدام | ۸   | ۱    |
| ۲   | ۴    | ۶   | ۲        | ۹   | ۱    |
| ۳   | ۲    | ۷   | ۱        | ۱۰  | ۲    |
| ۴   | ۱    |     |          |     |      |



## فصل دوازدهم

### روش‌های دستی استقرار

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- روش‌های دستی استقرار
- استقرار و روش‌های متداول طراحی استقرار
- روش‌های دستی استقرار
- روش مارپیچی
- روش جدول‌بندی سفر
- روش خط مستقیم
- روش الگویی
- روش توالی تقاضا
- گراف رابطه فعالیت‌ها

## استقرار

تهیه الگویی برای هر یک از بخش‌ها برای نشان دادن مساحت هر بخش و سپس چیدن این الگوها براساس ارتباطات آن‌ها.

### روش‌های متداول طراحی استقرار

۳- کامپیوتری

۲- دستی

۱- ریاضی

### اطلاعات ورودی مورد نیاز جهت طرح استقرار

- ۱- جریان تولید در قالب جدول از - به  
 ۲- نمودار ارتباطات  
 ۳- فضای مورد نیاز بخش‌ها  
 ۴- هزینه حمل و نقل مواد بین بخش‌ها  
**نکته** QAP و QSP معروف‌ترین مدل‌های ریاضی طرح استقرار هستند که اولی برای ماشین‌آلات و تجهیزات با ابعاد یکسان به کار می‌رود و دومی برای ماشین‌آلات و تجهیزات با ابعاد غیریکسان.

### روش‌های دستی استقرار

۳- روش جدول‌بندی سفر

۱- روش مارپیچی (حلزونی)

۴- روش الگویی

۲- روش خط مستقیم

۵- روش توالی تقاضا

### روش مارپیچی (حلزونی)

هدف: حداقل کردن جریان بین بخش‌های غیرمجاور

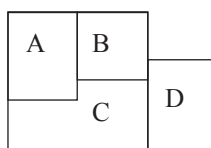
اطلاعات ورودی: ۱- نمودار از- به جریان مواد، ۲- مساحت بخش‌ها

معیار ارزیابی (۱) - = کارایی  

$$\text{معیار ارزیابی} = \frac{\text{جمع درصد جریان بین بخش‌های غیر مجاور}}{\text{جمع درصد کل جریانات بین بخش‌ها}}$$

**نکته** این روش برای تجسم جریان مواد مناسب است و از آن می‌توان برای ارزیابی استقرارهای مختلف استفاده نمود؛ ولی روشی سیستماتیک برای حرکت از یک استقرار به استقرار دیگر ارایه نمی‌دهد. همچنین برای تعداد بخش‌های زیاد، کارایی خود را از دست می‌دهد.

**تست راهنما** براساس طرح چیدمان زیر و جدول از- به داده شده، معیار ارزیابی را به روش مارپیچی، مشخص کنید.



|   | A  | B  | C  | D  |
|---|----|----|----|----|
| A |    | ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ |
| B | ۲۰ |    | ۳۰ | ۴۰ |
| C | -  | ۲۰ |    | ۴۰ |
| D | -  | -  | -  |    |

۱  
۱۲

۲۰ (۲)

۵  
۱۲

۱۰۰ (۴)

(سراسری ۸۵)

پاسخ تشریحی گزینه ۱



مجموع درصد جریان بین بخش‌های غیرمجاور = معیار ارزیابی  
 جمع درصد کل جریانات

$$\text{معیار ارزیابی} = \frac{AD}{40+30+20+30+40+40+20+20} = \frac{20}{240} = \frac{1}{12}$$

### روش خط مستقیم

هدف: حداکثر کردن جریان در یک خط مستقیم یا حداقل کردن مسافت‌های حمل

**نکته** منظور از جریان مستقیم، جریانی است که برگشتی ندارد یا میزان برگشت حداقل است.

اطلاعات ورودی: ۱- اطلاعات مسیر تولید ۲- مساحت مورد نیاز بخش‌ها

**نکته** الگوی خط مستقیم می‌تواند به صورت Z، زیگزاگی و ... باشد، در صورتی که جریانات برگشتی حداقل شود.

**نکته** تهیه ماتریس «قطعه-بخش» از گام‌های اجرای روش استقرار خط مستقیم است.

**نکته** این روش شکل مناسبی ارائه نمی‌دهد و باید تعدیلاتی روی آن انجام شود. همچنین یک جواب نه لزوماً بهینه ارائه کرده که به ابتکار و خلاقیت طراح بستگی زیادی دارد.

**نکته** میزان هدایت روش خط مستقیم نسبت به روش مارپیچی در رابطه با استقرار بهتر است.

**تست راهنما** کدام یک از جملات زیر در رابطه با روش خط مستقیم Straight line Technique صحیح است؟

(۱) اطلاعات لازم برای این روش نمودار ارتباطات و مسافت‌های مورد نیاز بخش‌هاست.

(۲) هدف از این روش حداقل کردن مسافت حمل شده با حداکثر جریان در خط مستقیم است.

(۳) بیش از یک جواب ارائه می‌دهد.

(۴) شکل به دست آمده کاملاً مناسب است و نیاز به تعدیل ندارد.

(سراسری ۷۶)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۲

### روش جدول بندی سفر

هدف: حداقل کردن حاصل ضرب حجم جریان مواد در مسافت‌های مربوط بین بخش‌ها

$$\text{Min } Z = \sum_j \sum_i d_{ij} v_{ij}$$

$d_{ij}$ : مسافت (فاصله) بین دو بخش i و j

$v_{ij}$ : حجم جریان بین دو بخش i و j

اطلاعات مورد نیاز: ۱- نمودار از- به ۲- مساحت مورد نیاز بخش‌ها

**نکته** این روش، برای ارزیابی استقرارهای مختلف کاربرد دارد. در مسایل بزرگ کارایی خود را از دست می‌دهد. به ابتکار و خلاقیت فرد طراح

بستگی دارد. روش سیستماتیک برای بهبود ارائه نمی‌دهد.

**تست راهنما** دو طرح با مشخصات زیر توسط دو پیمانکار برای یک پروژه استقرار ماشین‌آلات ارائه شده است، کدام طرح بهتر است؟

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A | -  | ۲۱ | ۳۰ |
| B | ۲۰ | -  |    |
| C |    | ۱۰ | -  |

طرح (ب)

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A | -  | ۳۰ | ۲۱ |
| B |    | -  | ۴۰ |
| C | ۱۰ |    | -  |

طرح (الف)

(۱) طرح (الف)

(۲) طرح (ب)

(۳) هر دو طرح دارای معایب و محاسن هستند.

(۴) هیچ کدام

(سراسری ۷۶)

**پاسخ تشریحی** (گزینه ۲)

**نکته** جریان زیر قطر اصلی، جریان‌های برگشتی و جریان‌های بالای قطر اصلی، جریان‌های مستقیم، بسته به فاصله از قطر اصلی، جریانات مستقیم در ۱، ۲ و ... و جریانات برگشتی در ۲، ۴ و ... ضرب می‌شوند و مجموع حاصل‌ضرب‌های جریانات مستقیم، گشتاور رفت و مجموع حاصل‌ضرب‌های جریانات برگشتی، گشتاور برگشت را ایجاد می‌کند و مجموع گشتاور رفت و گشتاور برگشت، گشتاور کل را ایجاد می‌کند. برای مقایسه طرح‌ها می‌توان از گشتاور کل استفاده نمود.

$$\text{گستاور طرح (الف)} = (30 + 40) \times 1 + 21 \times 2 + 10 \times 4 = 152$$

$$(ب) \text{ گشتاور طرح } = 21 \times 1 + 30 \times 2 + (20 + 10) \times 4 = 141$$

## روش الگویی

هدف: حداکثر کردن نزدیکی و ارتباط بین بخش‌ها

۲- مساحت مورد نیاز بخش‌ها

اطلاعات مورد نیاز: ۱- نمودار، رابطه فعالیتها

این روش برای ارزیابی استقرارهای مختلف کاربرد دارد؛ به این ترتیب که امتیازاتی برای حروف مهندسی صنایع X, U, O, I, E, A

در نظر گرفته می‌شود و برای بخش‌های محاور این امتیازات جمع و معیار کارایی طرح استقرار محاسبه می‌شود.

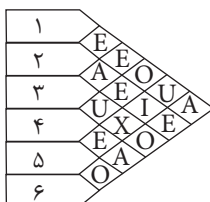
**نکته** این روش، یک روش سیستماتیک برای بهبود ارایه نمی‌کند و نیازمند خلاقیت و ابتکار است. همچنین این روش در مسایل بزرگ کارایی

خود را از دست می‌دهد.

**نکته** اندازه الگوها در روش الگویی، با توجه به ابعاد ساختمان و متناسب با فاصله ستون‌ها در نظر گرفته می‌شود.

## تست راهنما

رابطه بین فعالیت‌ها برای شش قسمت موجود در کارخانه‌ای به صورت جدول زیر می‌باشد:



$$A=\mathfrak{A}, E=\mathfrak{B}, I=\mathfrak{C}, O=\mathfrak{D}, U=\mathfrak{E}, X=\mathfrak{F}$$

با توجه به اطلاعات بالا کدام نحوه استقرار بخش‌ها بهتر است؟

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ | ۳ | ۲ |
| ۵ | ۶ | ۴ |

( )

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۳ | ۱ | ۲ |
| ۵ | ۴ | ۶ |

(5)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۳ | ۲ | ۵ |
| ۱ | ۴ | ۶ |

(۲)

(5)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۴ | ۱ | ۲ |
| ۳ | ۶ | ۵ |

(۹)

(سراسری ۷۶ و آزاد ۸۸)

**پاسخ تشریحی** (گزینه ۲)

**← نکته** در صورتی که امتیازات مربوط به درجات نزدیکی ذکر نشده باشد، بهتر است روابط بین دو دیارتمان مجاور بیشتر  $A$  باشد و تا آن جا که ممکن است  $X$  نداشته باشد.

در این سؤال می‌توان گشتاور (معیار) هر طرح را محاسبه کرد.

(۲۹۴)، (۶۹۴)، (۳۹۲)، (۳۹۶)، (۱۹۳)، (۵۹۶)، (۱۹۵): دیار تمان همسایه در گزیننه (۱)

$$(۱) \text{ معیار } = U+O+E+O+A+A+E = ۱+۳+۱+۴+۴+۳ = ۱۶$$

(۲) معیار،  $O+A+O+E+I+A+O = 1+4+1+3+2+4+1 = 16$  گزینہ (۲)

(۳)  $U+O+O+A+E+O+I = ۱+۱+۴+۳+۱+۲ = ۱۲$  معیار، گزیننه

(۴) معیار،  $X+E+E+O+E+A+E = -1+3+3+1+3+4+3 = 16$  گزیده

معیار گزینه‌های (۲) و (۴) و (۱) با هم برابر شد؛ ولی می‌توان به دلیل وجود رابطه  $X$  در گزینه (۴) گفت که گزینه (۲) بهتر است. گزینه (۲) هم در مقایسه با گزینه (۱) بهتر است زیرا رابطه  $U$  در آن وجود ندارد.

## روش توالی تناوبی

کاربرد این روش در سیستم‌های خط تولید با بیش از یک محصول است. در این روش لزومی ندارد که حرکت مستقیم باشد، فقط نباید متقاطع باشد.

## تست راهنما

مطابق جدول زیر (یا تواتر جریان مواد) A به B و B به C (تنها رفت) را محاسبه کنید. (توجه: حساسیت محصول می‌تواند

همان درجه اهمیت محصول باشد.)

| محصول | توالی عملیات | تعداد دفعات | وزن محصول | حساسیت محصول |
|-------|--------------|-------------|-----------|--------------|
| ۱     | ABCED        | ۱۰          | ۲         | ۲            |
| ۲     | ACBDE        | ۱۰          | ۱         | ۱            |
| ۳     | BCD          | ۱۰          | ۱         | ۱            |
| ۴     | ACDE         | ۱۰          | ۱         | ۱            |

$$AB = 20, BC = 30 \quad (2)$$

$$AB = 10, BC = 10 \quad (1)$$

$$AB = 40, BC = 60 \quad (4)$$

$$AB = 20, BC = 40 \quad (3)$$

(سراسری ۸۵)

## پاسخ تشریحی

جریان AB فقط در محصول ۱ و جریان BC در محصولات ۱ و ۳ برقرار است. بنابراین:

$$AB = (2 + 2) \times 10 = 40$$

$$BC = (2 \times 2) \times 10 + (1 + 1) \times 10 = 60$$

چهار محصول زیر به وسیله پنج ماشین A, B, C, D و E با پروسه تولید و میزان تولید مشخص در ساعت در اختیار است.

## تست راهنما

اگر قصد استقرار خطی ماشین‌ها را داشته باشیم، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

| محصول | پروسه تولید | تولید در ساعت |
|-------|-------------|---------------|
| ۱     | ACBED       | ۸             |
| ۲     | ABCDE       | ۱۰            |
| ۳     | ACDEB       | ۳             |
| ۴     | ABDCE       | ۵             |

ABCDE (۱)

ABDCE (۲)

ACDEB (۳)

ACBED (۴)

(سراسری ۷۴)

## پاسخ تشریحی

با استفاده از روش خط مستقیم می‌توان گفت ابتدا براساس بیشترین میزان تولید در ساعت که مربوط به محصول ۲ است، استقرار را بنا می‌کنیم، یعنی:

ABCDE

سپس با تغییر دپارتمان‌ها سعی می‌شود تا این استقرار بهینه شود؛ ولی این امر امکان‌پذیر نیست. یعنی حجم جریان AB و AC به ترتیب ۱۳ و ۱۱ است که AB ترجیح داده می‌شود. در بین دو گزینه اول، گزینه (۱) بهتر است؛ زیرا جریان BC به مراتب از جریان BD بیشتر می‌باشد.

## گراف رابطه فعالیت‌ها

هدف: تهیه چیدمان بلوکی برای بخش‌های مختلف براساس تئوری گراف، یعنی به دست آوردن یک گراف همسایگی با حداکثر مجموع اوزان روی یال‌ها می‌باشد.

## نکات

- مشخصات ابعادی بخش‌ها لحاظ نمی‌شود.
- طول مرز مشترک بین بخش‌های همسایه منظور نمی‌شود.
- گراف مسطح است، یعنی برخوردی بین وترهایش وجود ندارد.
- امتیاز برای فاصله یا سایر بخش‌های غیرهمسایه محاسبه نمی‌شود.
- به امتیازات تخصیص یافته در نمودار ارتباطات حساس است.

**نکته** الگوریتم روش به این شرح است که ابتدا دو بخشی که بیشترین ارتباط جریانی را دارند، انتخاب کرده و بخش سوم طوری انتخاب می شود که با دو بخش قبلی بالاترین ارتباط جریانی را داشته باشد و بخش بعدی هم با مجموع سه بخش قبلی بیشترین ارتباط را دارند و به همین ترتیب سایر بخش ها استقرار می یابند تا هر بار وجه مناسب ایجاد شود و سرانجام با داشتن گراف همسایگی مشخص، باید یک چیدمان بلوکی متناظر با گراف را ایجاد نمود.

**تست راهنما** قرار است استقرار ۴ ماشین با توجه به اطلاعات زیر به صورت یک بعدی (در یک ردیف) انجام شود. فاصله مجاز بین ماشین ها

| ابعاد ماشین | D | C  | B  | A | به از |
|-------------|---|----|----|---|-------|
| ۲×۲         | ۶ | ۵  | ۱۰ | - | A     |
| ۳×۳         | ۸ | ۳  | -  | ۸ | B     |
| ۴×۴         | ۴ | -  | ۹  | ۷ | C     |
| ۵×۵         | - | ۱۳ | ۱۱ | ۵ | D     |

(سراسری ۸۵)

ناچیز است، بهترین استقرار کدام است؟

(۱) C-A-B-D

(۲) D-B-C-A

(۳) A-B-D-C

(۴) C-B-D-A

**پاسخ تشریحی** گزینه ۳

برای ۴ طرح استقرار معیار ارزیابی حساب می شود، طرحی که کمترین معیار ارزیابی را داشته باشد، بهتر است:

مجموع جریان بین بخش های غیرمجاور  
معیار ارزیابی =  $\frac{\text{جمع کل درصد جریان بخش ها}}{\text{مجموع جریان بین بخش های غیرمجاور}}$

$$\text{معیار ارزیابی C-A-B-D} = \frac{۵+۷+۱۳+۴+۵+۶}{۸۹} = ۰/۴۴$$

$$\text{معیار ارزیابی D-B-C-A} = \frac{۴+۱۳+۵+۶+۱۰+۸}{۸۹} = ۰/۵۲$$

$$\text{معیار ارزیابی A-B-D-C} = \frac{۵+۶+۵+۷+۳+۹}{۸۹} = ۰/۳۹$$

$$\text{معیار ارزیابی C-B-D-A} = \frac{۴+۱۳+۳+۹+۱۰+۸}{۸۹} = ۰/۵۳$$

بنابراین طرح سوم با داشتن کمترین معیار ارزیابی، به عنوان بهترین استقرار انتخاب می شود. می توان با استفاده از روش خط مستقیم از روی ماتریس متقابل جریان، باز هم به استقرار A-B-D-C دست یافت.

**تست راهنما** یک سیستم تولیدی را در نظر بگیرید که دارای هفت دپارتمان می باشد که دو محل انبار A و B پیشنهاد می شود. تواتر جریان

مواد (حمل بار در ماه) که در داخل پراکنش نوشته شده است بین انبار و دپارتمان ها خواهد بود. کدام محل انبار انتخاب می شود و مقدار صرفه جویی آن نسبت به دیگری چقدر است؟ فرض کنید اندازه انبار و دپارتمان به صورت بلوک استاندارد یک در یک می باشد و مسافت طی شده مرکز به مرکز به صورت پله ای است.

| A    | ۱ | B |
|------|---|---|
| (۹۰) | ۱ | B |
| (۶۰) | ۳ | ۴ |
| (۴۰) | ۶ | ۷ |

(سراسری ۸۴)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۲

هزینه حمل و نقل به هریک از انبارها را برای تمام دپارتمان ها محاسبه می کنیم:

تواتر جریان مواد × مسافت = هزینه ی حمل و نقل

$$\text{هزینه ی حمل و نقل از یا به انبار A} = ۱ \times ۹۰ + ۱ \times ۶۰ + ۲ \times ۳۰ + ۳ \times ۵۰ + ۲ \times ۴۰ + ۳ \times ۹۰ + ۴ \times ۷۰ = ۹۹۰$$

$$\text{هزینه ی حمل و نقل از یا به انبار B} = ۱ \times ۹۰ + ۳ \times ۶۰ + ۲ \times ۳۰ + ۱ \times ۵۰ + ۴ \times ۴۰ + ۳ \times ۹۰ + ۲ \times ۷۰ = ۹۵۰$$

$$\text{صرفه جویی انبار B نسبت به انبار A} = ۹۹۰ - ۹۵۰ = ۴۰$$

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل دوازدهم

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- چارت از- به برای دو نوع لی‌اوت ( layout ) ترسیم شده است، کدام‌یک را پیشنهاد می‌کنید؟

(۱) طرح یک

(۲) طرح دو

(۳) قابل مقایسه نیستند.

(۴) هر دو طرح یکسان هستند.

|   | A  | B  | C  |   | D  | E  | F  |
|---|----|----|----|---|----|----|----|
| A | -  | ۳۰ | -  | D | -  | ۲۱ | ۳۶ |
| B | ۵  | -  | ۴۰ | E | ۴۵ | -  | -  |
| C | ۱۱ | ۴  | -  | F | ۱۰ | -  | -  |

طرح I

طرح II

(سراسری ۷۳)

۲- طرح استقرار اولیه ۳ دپارتمان، نمودار از- به مقدار حمل و نقل سالانه بین ۳ دپارتمان و هزینه حمل و نقل هزار تن بار برای هر متر فاصله به شرح زیر است: حمل و نقل در راهروهای عمود بر هم صورت می‌گیرد. هزینه حمل و نقل چقدر است؟

| از \ به | A | B | C |
|---------|---|---|---|
| A       | - | ۵ | ۸ |
| B       | ۵ | - | ۱ |
| C       | ۸ | ۱ | - |

نمودار از - به هزینه حمل و نقل

(۱) ۴۰۶۰

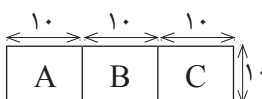
(۲) ۳۵۲۰

(۳) ۳۸۷۰

(۴) ۳۹۲۰

| از \ به | A | B  | C  |
|---------|---|----|----|
| A       | - | ۱۰ | ۱۵ |
| B       | ۳ | -  | ۰  |
| C       | ۵ | ۲  | -  |

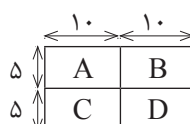
نمودار از - به حمل و نقل



(سراسری ۷۴)

۳- اندازه حجم جابه‌جایی بین ۴ بخش موجود در کارخانه‌ای به صورت زیر است. جابه‌جایی در این کارخانه به صورت پله‌ای و رابطه فاصله در بین بخش‌ها بر مبنای مرکز هر بخش در نظر گرفته شده است. در صورتی که هزینه جابه‌جایی هر کیلوگرم در هر متر یک واحد پولی باشد، کل هزینه در این سیستم برابر است با:

|   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|
| A | - | ۲۵ | ۱۵ | ۲۰ |
| B |   | -  | ۲۰ | ۱۰ |
| C |   |    | -  | ۵  |
| D |   |    |    | -  |



(۱) ۹۸۲/۵

(۲) ۱۰۲۵

(۳) ۴۸۵

(۴) ۹۷۰/۷۵

(سراسری ۷۵ و آزاد ۸۷ و آزاد ۸۸)

۴- جدول از- به برای پنج کارگاه به شرح زیر داده شده است:

|          | کارگاه ۱ | کارگاه ۲ | کارگاه ۳ | کارگاه ۴ | کارگاه ۵ |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| کارگاه ۱ | -        | ۶        | ۲        | ۸        | ۴        |
| کارگاه ۲ | ۳        | -        | ۵        | ۰        | ۱        |
| کارگاه ۳ | ۵        | ۰        | -        | ۲        | ۰        |
| کارگاه ۴ | ۱        | ۲        | ۶        | -        | ۴        |
| کارگاه ۵ | ۴        | ۸        | ۰        | ۸        | -        |

در این صورت مقادیر به ترتیب گشتاور رفت، گشتاور برگشت، گشتاور کل چقدر است؟

(۱) به ترتیب ۱۷، ۱۷، ۳۴ (۲) به ترتیب ۱۲۸، ۷۱، ۱۹۹ (۳) به ترتیب ۳۲، ۳۶، ۶۸ (۴) به ترتیب ۶۴، ۷۱، ۱۳۵

(سراسری ۷۷ و آزاد ۸۷)

۵- با توجه به اطلاعات زیر، استقرار اولیه در خط مستقیم کدام است؟

| مسیر تولید | درصد حجم جریان | قطعه | (۱) ABCDEFG |
|------------|----------------|------|-------------|
| ABCDE      | ۵۰             | ۱    | (۲) AFBCDEG |
| BEFBG      | ۱۰             | ۲    | (۳) AFBGCDE |
| AFBCD      | ۳۰             | ۳    | (۴) AFBCEDG |
| ABCF       | ۵              | ۴    |             |
| ABEFG      | ۵              | ۵    |             |

(سراسری ۷۸)

۶- ۵ محصول که ترتیب عملیات روی آن‌ها و میزان تولید روزانه هر کدام در جدول زیر مشخص است؛ در کارخانه‌ای تولید می‌شود، اگر شکل زیر استقرارهای واحدهای مختلف کارخانه را نشان دهد و به شرط آنکه هزینه حمل هر واحد در مسافت برای تمام مسیرها یکسان و برابر ۲ تومان باشد، هزینه حمل و نقل روزانه این چهار محصول چقدر خواهد بود؟ (فرض کنید فاصله به صورت مختصاتی (پله‌ای) محاسبه می‌شود)

| محصول | فرآیند تولید  | نرخ تولید روزانه |
|-------|---------------|------------------|
| ۱     | A - B - C - D | ۱۰               |
| ۲     | A - C - B - C | ۱۵               |
| ۳     | B - C - D - A | ۲۰               |
| ۴     | A - C - B - D | ۱۰               |
| ۵     | C - B - C - D | ۱۰               |

|        |        |
|--------|--------|
| ۱۰ متر | ۱۰ متر |
| A      | B      |
| C      | D      |
| ۱۰ متر | ۱۰ متر |

(۱) ۵۳۰۰

(۲) ۶۵۰۰

(۳) ۶۷۰۰

(۴) ۷۱۰۰

(سراسری ۷۹)

۷- اطلاعات مربوط به ترتیب ساخت برای هفت گروه محصول همراه با درصد حجمی آن‌ها داده شده است. بهترین استقرار نسبی که حداقل حمل و نقل را داشته و منجر به جریان پیوسته مواد شود، کدام است؟

| گروه | درصد وزنی | مسیر ساخت |
|------|-----------|-----------|
| ۱    | ۱۵        | ACE       |
| ۲    | ۲۰        | ADE       |
| ۳    | ۱۰        | BCDE      |
| ۴    | ۱۰        | CBD       |
| ۵    | ۸         | AE        |
| ۶    | ۸         | CB        |
| ۷    | ۵         | ACB       |

(۱) ABCDE

(۲) ACBDE

(۳) ADBCE

(۴) ACBED

(سراسری ۷۹)

۸- فرض کنید هشت نوع محصول قرار است در محلی انبار شود. کدام گزینه برای استقرار انبار صحیح می‌باشد؟ ضمناً تعداد سفرها به دپارتمان دریافت (ورودی به انبار) و تعداد سفرها از دپارتمان حمل (خروجی از انبار) به صورت جدول زیر می‌باشد:

| محصول          | A  | B   | C   | D  | E   | F  | G   | H   |
|----------------|----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| ورودی به انبار | ۴۰ | ۲۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰ | ۴۰  | ۶۷ | ۲۵۰ | ۲۵۰ |
| خروجی از انبار | ۴۰ | ۲۵۰ | ۴۰۰ | ۴۳ | ۲۰۰ | ۶۷ | ۱۲۵ | ۲۵۰ |

|       |       |   |   |   |
|-------|-------|---|---|---|
| ورودی | D     | B | F | G |
|       | راهرو |   |   |   |
|       | E     | C | H | A |
| ورودی | G     | F | B | D |
|       | راهرو |   |   |   |
|       | E     | C | H | A |

(۲) خروجی

|       |       |   |   |   |
|-------|-------|---|---|---|
| ورودی | G     | F | B | D |
|       | راهرو |   |   |   |
|       | A     | H | C | E |
| ورودی | G     | F | B | D |
|       | راهرو |   |   |   |
|       | A     | H | E | C |

(۱) خروجی

(۴) خروجی

(۳) خروجی

(سراسری ۸۰ و با اندکی تغییر ۸۳)

۹- کارخانه‌ای را در نظر بگیرید که دو محصول تولید می‌کند. نمودار از- به مربوط به تواتر جریان مواد ارایه شده است. اگر سه دپارتمان A و B و C وجود داشته باشد که هر یک دارای ابعاد می‌باشد، فاصله بین دپارتمان‌ها به صورت خط مستقیم (اقلیدوسی) از مرکز به مرکز دپارتمان‌ها خواهد بود (فاصله بین دپارتمان‌ها عدد صحیح است که گرد می‌شود). کدام گزینه بهترین طرح استقرار و هزینه کل حمل و نقل مواد مربوطه را مشخص می‌کند؟

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A |    | ۳۰ | ۲۵ |
| B | ۲۰ |    | ۴۰ |
| C | ۱۵ | ۵۰ |    |

تواتر جریان مواد برای محصول اول

|   | A  | B  | C |
|---|----|----|---|
| A |    | ۴۰ | ۵ |
| B | ۲۵ |    | ۸ |
| C | ۱۰ | ۸  |   |

تواتر جریان مواد برای محصول دوم

|   |   |
|---|---|
| C | B |
| A |   |

طرح استقرار اول

|   |   |
|---|---|
| A | B |
| C |   |

طرح استقرار دوم

(۴) دوم، ۳۲۱۰

(۳) اول، ۳۱۷۰

(۲) دوم، ۳۱۷۰

(۱) اول، ۳۲۱۰

(سراسری ۸۰)

۱۰- فرض کنید چهار ماشین در کارگاهی وجود دارد که قرار است در چهار مکان قرار گیرد. نمودار از- به مربوط به تواتر جریان به ماشین‌ها و مسافت بین مکان‌ها ارایه شده است. کدام استقرار بهترین است؟

|   | ۱  | ۲ | ۳  | ۴ |
|---|----|---|----|---|
| ۱ | -  | ۸ | ۱۰ | ۲ |
| ۲ | ۸  | - | ۴  | ۷ |
| ۳ | ۱۰ | ۴ | -  | ۹ |
| ۴ | ۲  | ۷ | ۹  | - |

ماتریس مسافت بین مکان‌ها

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۲ | ۸ | ۳ |
| ۲ | ۲ | - | ۴ | ۹ |
| ۳ | ۸ | ۴ | - | ۵ |
| ۴ | ۳ | ۹ | ۵ | - |

ماتریس جریان مواد بین ماشین‌ها

| مکان  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|-------|---|---|---|---|
| ماشین | B | C | D | A |
| مکان  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ماشین | D | B | C | A |
| مکان  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ماشین | D | B | A | C |
| مکان  | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ماشین | B | C | A | D |

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

(سراسری ۸۰)

۱۱- اگر مسیر حرکت قطعات براساس جدول زیر داده شده باشد، کدام قطعه در ماتریس قطعات زیر، جریان برگشتی دارد؟

| بخش<br>قطعه | A  | D  | F  | E  | C  |
|-------------|----|----|----|----|----|
| ۱           | -  | -  | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| ۲           | -  | ۷  | ۷  | ۷  | -  |
| ۳           | ۲۵ | ۲۵ | -  | ۲۵ | ۲۵ |
| ۴           | ۵  | ۵  | ۵  | ۵  | -  |

(سراسری ۸۱)

(۱) ۱ با مسیر F-E-C

(۲) ۲ با مسیر D-F-E

(۳) ۴ با مسیر A-F-D-E

(۴) ۳ با مسیر A-D-E-C

۱۲- جدول زیر، میزان جریان بین ۴ بخش مختلف را نشان می‌دهد. به نظر شما آیا می‌توان بهبود را از نظر استقرار در این جدول نشان داد؟ (یعنی جای کدام دو بخش عوض شود) استقرارها به همان ترتیبی است که در جدول آمده است.

| به<br>از | A | B | C | D |
|----------|---|---|---|---|
| A        |   |   | ۴ |   |
| B        |   |   |   | ۴ |
| C        |   | ۴ |   |   |
| D        |   | ۱ |   |   |

(۱) B و C

(۲) B و D

(۳) C و D

(۴) A و C

(سراسری ۸۱)

۱۳- سه محصول که فرآیند عملیات و میزان تولید روزانه هر کدام در جدول مشخص گردیده در کارگاهی تولید می‌شوند. شکل زیر استقرار مربوط به واحدهای مختلف این کارگاه را نشان می‌دهد. به شرط آنکه هزینه حمل و نقل هر واحد کالا در هر واحد مسافت برای تمام مسیرها یکسان و برابر ۳ تومان باشد، هزینه حمل و نقل روزانه این چهار محصول چند تومان است. فرض کنید فاصله به صورت مختصاتی (پله‌ای) محاسبه می‌گردد.

| نرخ تولید<br>در روز | ترتیب عملیات  | محصول |
|---------------------|---------------|-------|
| ۱۰                  | A - B - C - D | ۱     |
| ۲۰                  | A - C - B - D | ۲     |
| ۱۵                  | B - C - D - A | ۳     |

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
|        | ۱۰ متر | ۱۰ متر |
| ۱۰ متر | C      | A      |
| ۱۰ متر | B      | D      |

(۱) ۴۵۰۰

(۲) ۴۷۰۰

(۳) ۵۱۰۰

(۴) ۵۶۰۰

(سراسری ۸۱)

۱۴- جدول از - به زیر، میزان جریان مواد بین ۵ بخش مختلف یک واحد صنعتی را نشان می‌دهد. کدام استقرار مناسب‌تر است؟

|   |    |    |    |
|---|----|----|----|
| ۱ | ۳۰ | ۲۰ | ۵  |
| ۲ | ۱۰ | ۲۰ | ۵  |
| ۳ | ۳۵ | ۱۰ | ۲۰ |
| ۴ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۰ |
| ۵ |    |    |    |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۵ | ۳ | ۲ | ۴ |
|   |   |   | ۱ |

(۲)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ |   | ۵ |
| ۲ | ۳ | ۴ |

(۱)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۱ |   |   | ۴ |
| ۳ | ۲ | ۵ |   |

(۴)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ |   | ۳ |
| ۲ | ۵ | ۴ |

(۳)

(سراسری ۸۱)

۱۵- در کارگاهی ۵ بخش به صورت زیر استقرار دارند:

|        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ۱      | ۳      | ۴      | ۲      | ۵      |
| ۱۰ متر | ۱۰ متر | ۱۰ متر | ۱۰ متر | ۱۰ متر |

در این کارگاه سه محصول A، B و C که هر کدام پروسه تولیدشان به صورت زیر است، تولید می‌شوند. به فرض آنکه میزان تولید روزانه محصول A یک پالت، میزان محصول B دو پالت و میزان محصول C برابر ۳ پالت باشد و هزینه حمل و نقل برای تمام پالت محصول‌ها برای هر ۱۰ متر برابر ۱۰۰ تومان برای هر پالت باشد، هزینه حمل و نقل روزانه چقدر است؟ (فرض کنید جابه‌جایی پالت‌ها بین مراکز بخش‌ها صورت می‌گیرد)

A محصول ۱ → ۲ → ۳ → ۴ → ۵

B محصول ۲ → ۳ → ۱ → ۴ → ۲

C محصول ۳ → ۵ → ۴ → ۲ → ۳

(۱) ۱۸۰۰ تومان

(۲) ۳۶۰۰ تومان

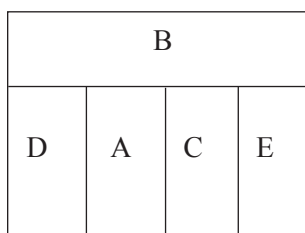
(۳) ۴۴۰۰ تومان

(۴) ۴۸۰۰ تومان

(سراسری ۸۲)

۱۶- استقرار اولیه ۵ بخش به صورت شکل زیر می‌باشد. اگر میزان حمل و نقل مواد بین ۵ بخش به صورت جدول زیر باشد و به فرض آنکه در کلیه مسیرها از یک نوع وسیله حمل و نقل استفاده گردد. به نظر شما تعویض جای کدام دو بخش بیشترین کاهش را در هزینه حمل و نقل ایجاد خواهد کرد؟ (مساحت بخش‌های D، E و C با هم برابر است.)





| به<br>از | A | B  | C  | D  | E  |
|----------|---|----|----|----|----|
| A        |   | ۱۰ | ۵  | ۱۰ | ۱۵ |
| B        |   |    | ۱۰ | ۵  | ۲۰ |
| C        |   |    |    | ۱۰ | ۳۰ |
| D        |   |    |    |    | ۲۰ |
| E        |   |    |    |    |    |

(۱) D و E

(۲) A و D

(۳) C و D

(۴) E و C

(سراسری ۸۲)

۱۷- در مورد روش مارپیچی (spiral) در طراحی کارخانه کدام عبارت درست است؟

(۱) هدف از این روش حداقل کردن فاصله بین دپارتمان‌هاست.

(۲) هدف این روش حداکثر کردن جریان مواد بین دپارتمان‌های همسایه است.

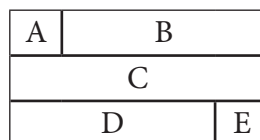
(۳) هدف این روش حداکثر کردن درجه نزدیکی دپارتمان‌های همسایه است.

(۴) هدف این روش حداکثر کردن حاصل ضرب فاصله در حجم انتقال مواد است.

(سراسری ۸۲)

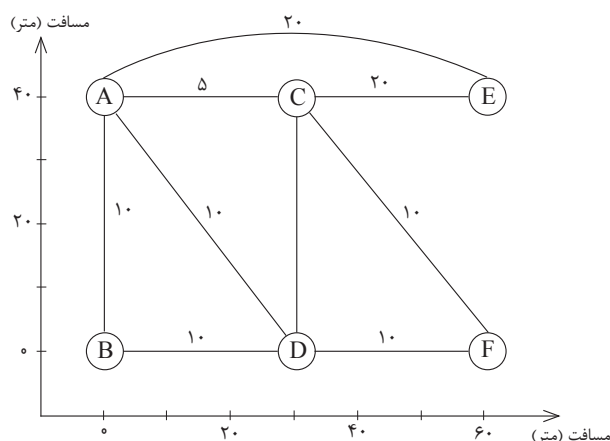
۱۸- فرض کنید پنج دپارتمان با نام‌های A تا E طبق چیدمان زیر قرار گرفته‌اند. با توجه به (نمودار رابطه فعالیت‌ها یا جدول از-به با مقادیر منفی)، نرخ کارایی این چیدمان را محاسبه کنید.

| به<br>از | A | B | C | D  | E  |
|----------|---|---|---|----|----|
| A        | - | ۵ | ۰ | ۴  | -۳ |
| B        |   | - | ۶ | -۱ | ۲  |
| C        |   |   | - | -۶ | ۰  |
| D        |   |   |   | -  | -۳ |
| E        |   |   |   |    | -  |

(۱)  $\frac{7}{15}$ (۲)  $\frac{3}{5}$ (۴)  $\frac{2}{3}$ (۴)  $\frac{1}{3}$ 

(سراسری ۸۳)

۱۹- فرض کنید در یک سیستم تولیدی، شش دپارتمان در موقعیت مکانی مطابق شکل زیر قرار گرفته‌اند که تواتر جریان مواد بین آن‌ها روی هر یال مشخص شده است. جابه‌جایی کدام دپارتمان، صرفه‌جویی را خواهد داشت.



(۱) D و C

(۲) C و A

(۳) D و B

(۴) E و C

(سراسری ۸۳)

۲۰- چهار محصول که فرآیند تولید و میزان تولید روزانه هر کدام به شرح جدول زیر است در واحدی تولید می‌شوند.

| محصول | فرآیند تولید  | نرخ تولید روزانه |
|-------|---------------|------------------|
| ۱     | A → C → B → D | ۱۲               |
| ۲     | C → B → D     | ۲۰               |
| ۳     | A → B → D → C | ۱۵               |
| ۴     | A → C → B → D | ۶                |

اگر شکل کل استقرار پیشنهادی به صورت زیر باشد و هزینه حمل و نقل هر واحد محصول در هر واحد مسافت برای حرکت‌های برگشتی دو برابر حرکت روبه جلو باشد، طرح استقرار کدام است؟

۱۰ متر ۱۰ متر ۱۰ متر ۱۰ متر

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | D | B | C |
|---|---|---|---|

 (۲)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | C | D | B |
|---|---|---|---|

 (۱)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | C | B | D |
|---|---|---|---|

 (۴)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|

 (۲)

(سراسری ۸۴)

۲۱- یک سیستم خدماتی در نظر بگیرید که دارای چهار اتاق است که ابعاد هر اتاق  $20 \times 20$  می‌باشد؛ با توجه به تواتر رفت و آمد کارکنان بین هر جفت اتاق (مطابق اطلاعات زیر) حل اولیه را می‌توان بهبود داده در این صورت بیشترین صرفه‌جویی حاصل از طرح بهینه چقدر است؟

( $AB=10$ ،  $AC=20$ ،  $AD=30$ ،  $BC=15$ ،  $CD=20$ ،  $BD=10$ )

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|

۱۰۰۰ (۴)

۹۰۰ (۳)

۸۰۰ (۲)

۷۰۰ (۱)

(سراسری ۸۴)

۲۲- کدام طرح به منظور استقرار خطی ماشین‌آلات با ابعاد یکسان در یک سالن تولید بهتر است؟ همچنین کل هزینه حمل و نقل مواد چقدر است؟

| طرح الف | A  | B  | C  |
|---------|----|----|----|
| A       | -  | ۲۰ | ۱۰ |
| B       | ۳۰ | -  | ۲  |
| C       | -  | ۵  | -  |

| طرح ب | A | B  | C  |
|-------|---|----|----|
| A     | - | ۱۰ | ۱۵ |
| B     | ۲ | -  | ۱۵ |
| C     | ۵ | -  | -  |

(۱) الف و ۷۴

(۲) ب و ۸۷

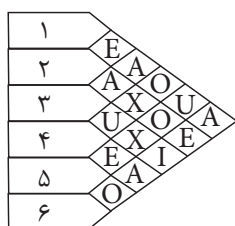
(۳) الف و ۸۷

(۴) ب و ۷۷

ماتریس از- به تواتر جریان مواد

(سراسری ۸۴)

۲۳- نحوه استقرار دیارتان‌ها در کدام یک از طرح‌های زیر بهتر است؟



|   |   |   |
|---|---|---|
| ۲ | ۴ | ۳ |
| ۱ | ۶ | ۵ |

 (۲)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۶ | ۱ | ۵ |
| ۴ | ۳ | ۲ |

 (۱)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۵ | ۲ | ۱ |
| ۶ | ۳ | ۴ |

 (۴)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۳ | ۱ | ۴ |
| ۲ | ۶ | ۵ |

 (۳)

(سراسری ۸۴)

۲۴- فرآیند تولید سه محصول به صورت زیر می‌باشد،

|   |   |
|---|---|
| ۱ | $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$               |
| ۲ | $A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$ |
| ۳ | $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow D$ |

اگر طرح استقرار چهار بخش A، B، C و D به صورت زیر باشد، میزان کارایی چقدر است؟

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|

٪۷۸ (۴)

٪۷۲ (۳)

٪۵۶ (۲)

٪۴۸ (۱)

(سراسری ۸۵)

۲۵- می‌خواهیم سه دستگاه ماشین به صورت خطی مستقیم استقرار دهیم. میزان جریان مواد بین سه ماشین و ابعاد هر ماشین مشخص می‌باشد. اگر فاصله لازم بین دو ماشین استقرار یافته برابر ۲ واحد باشد، بهترین طرح استقرار کدام خواهد بود؟

| به<br>از | ۱ | ۲  | ۳  |
|----------|---|----|----|
| ۱        | - | ۱۰ | ۱۵ |
| ۲        | ۷ | -  | ۲۰ |
| ۳        | ۵ | ۱۵ | -  |

| ماشین | ۱   | ۲   | ۳   |
|-------|-----|-----|-----|
| ابعاد | ۲×۲ | ۴×۴ | ۶×۶ |

- (۱) ۱-۳-۲  
(۲) ۳-۱-۲  
(۳) ۳-۲-۱  
(۴) موارد ۱ و ۲ صحیح می‌باشند.

(سراسری ۸۵)

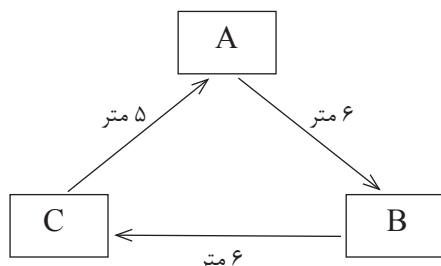
۲۶- با توجه به اطلاعات زیر تواتر جریان مواد در بالای قطر و مسافت طی شده بین ماشین‌ها در زیر قطر ماتریس داده شده است. اگر توسط روشی بهترین (بهینه) استقرار تعیین شده باشد؛ در این صورت حد پایین هزینه حمل و نقل مواد چقدر است؟

|   | ۱  | ۲  | ۳  | ۴  |
|---|----|----|----|----|
| ۱ | -  | ۴  | ۱۶ | ۴  |
| ۲ | ۱۶ | -  | ۸  | ۱۸ |
| ۳ | ۲۰ | ۸  | -  | ۱۰ |
| ۴ | ۴  | ۱۴ | ۱۸ | -  |

- (۱) ۱۶۴  
(۲) ۳۲۸  
(۳) ۶۵۶  
(۴) ۱۳۱۲

(سراسری ۸۵)

۲۷- در کارگاهی استقرار سه ماشین A، B و C به صورت شکل زیر انجام پذیرفته است. اگر جریان مواد بین سه ماشین به صورت جدول زیر و جریان حمل و نقل یک‌طرفه باشد، هزینه حمل و نقل روزانه استقرار چقدر است؟ (فرض کنید هزینه حمل هر پالت در واحد مسافت برابر ۱ باشد)



|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A | - | ۸ | ۶ |
| B | ۲ | - | ۴ |
| C | ۳ | ۵ | - |

- (۱) ۲۸۲  
(۲) ۲۵۴  
(۳) ۲۴۶  
(۴) ۲۳۷

(سراسری ۸۶)

۲۸- اگر جدول مقابل روابط فعالیت‌ها مربوط به ۵ بخش رانشان دهد و طرح استقرار زیر بر مبنای این جدول طراحی شده باشد، در این طرح چند درصد روابط فعالیت‌ها رعایت گردیده است؟

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | A | E | U | O |
| ۲ |   | - | I | O | I |
| ۳ |   |   | - | E | O |
| ۴ |   |   |   | - | I |
| ۵ |   |   |   |   | - |

$A = ۱۰$   
 $E = ۶$   
 $I = ۴$   
 $O = ۲$   
 $U = ۰$

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۵ | ۲ |   |
| ۴ | ۳ | ۱ |

- (۱) ۹۶٪ (۲) ۹۵٪ (۳) ۹۰٪ (۴) ۸۶٪

(سراسری ۸۶)

۲۹- جدول فرآیند چند محصولی مربوط به چهار محصول A، B، C و D در زیر نشان داده شده است. همان‌گونه که در جدول زیر مشخص است برای تولید این چهار محصول از ۵ بخش، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ استفاده می‌شود. کارایی این جدول (یعنی استقرار خطی به صورت ۵-۴-۳-۲-۱) را به دست آورید؟

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| ۱ |   |   |   |   |
| ۲ |   |   |   |   |
| ۳ |   |   |   |   |
| ۴ |   |   |   |   |
| ۵ |   |   |   |   |

- (۱) ۶۱/۵٪  
(۲) ۶۳/۴٪  
(۳) ۷۲/۵٪  
(۴) ۸۶/۷٪

(سراسری ۸۶)

۳۰- با استفاده از جدول زیر که میزان مواد بین بخش‌ها را نشان می‌دهد، استقرار بخش‌ها مطابق شکل زیر می‌باشد. کارایی استقرار  
ارایه شده چقدر می‌باشد؟

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۵ | ۳ | ۱ |
| ۲ | ۶ |   |
| ۴ |   |   |

| بخش | ۱ | ۲ | ۳  | ۴ | ۵  | ۶  |
|-----|---|---|----|---|----|----|
| ۱   | - | ۲ | ۱۰ | ۵ | ۷  | ۸  |
| ۲   |   | - | ۶  | ۸ | ۱۲ | ۵  |
| ۳   |   |   | -  | ۲ | ۴  | ۱۲ |
| ۴   |   |   |    | - | ۳  | ۹  |
| ۵   |   |   |    |   | -  | ۲  |
| ۶   |   |   |    |   |    | -  |

- (۱) ۷۳/۸٪  
(۲) ۶۵/۸٪  
(۳) ۶۲/۲٪  
(۴) ۵۹/۸٪

(سراسری ۸۷)

۳۱- سه طرح زیر در دست بررسی می‌باشند. اگر جدول زیر رابطه کیفی و میزان جریان مواد بین بخش‌های مختلف را نشان دهد،  
به نظر شما کدام طرح بهتر است؟ فرض کنید که ارزش رابطه کیفی معادل دو برابر میزان جریان مواد باشد.

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ | ۲ | ۴ |
| ۵ | ۳ |   |

طرح (A)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۲ | ۳ | ۵ |
|   |   | ۴ |   |

طرح (B)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ | ۲ | ۴ |
|   | ۵ | ۳ |

طرح (C)

| ارتباط | کیفی | جریانی |
|--------|------|--------|
| ۱-۲    | ۱۰   | ۳      |
| ۱-۳    | ۷    | ۴      |
| ۱-۴    | ۳    | ۶      |
| ۱-۵    | -    | ۲      |
| ۲-۳    | ۴    | ۷      |
| ۲-۴    | ۷    | ۲      |

| ارتباط | کیفی | جریانی |
|--------|------|--------|
| ۲-۵    | ۱    | ۴      |
| ۳-۴    | ۴    | -      |
| ۳-۵    | ۶    | ۱      |
| ۴-۵    | ۱    | -      |

(۴) B و C

(۳) C

(۲) B

(۱) A

(سراسری ۸۷)

## تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۳۲- اطلاعات زیر در مورد توالی عملیات یک خط تولیدی (الف) قبل از بهبود، (ب) بعد از بهبود است. آیا واقعا بهبود حاصل شده است؟

(۱) خیر

(۲) بلی

(۳) تفاوتی نکرده است.

(۴) اطلاعات کافی نیست.

(آزاد ۷۹)

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A | -  | ۲۵ | ۲  |
| B | ۵  | -  | ۲۰ |
| C | ۱۰ | ۵  | -  |

(قبل از بهبود)

|   | A | B  | C  |
|---|---|----|----|
| A | - | ۲۰ | ۵  |
| B | ۵ | -  | ۱۰ |
| C | ۵ | ۵  | -  |

(بعد از بهبود)

۳۳- در چارت از - به زیر چه مشکلاتی رد خط تولید را بیشتر نشان می‌دهد؟

(۱) حجم جریان بین قسمت‌ها زیاد است.

(۲) حرکت با تناژ زیاد اولویت دارد.

(۳) حجم حرکات برگشتی بسیار زیاد است.

(۴) مشکلی وجود ندارد.

(آزاد ۷۹)

|   | A   | B   | C  |
|---|-----|-----|----|
| A | -   | ۵   | ۱۰ |
| B | ۲۵  | -   | ۲۵ |
| C | ۳۰۰ | ۲۰۰ | -  |

۳۴- کدام یک از آلترناتیوهای زیر دارای شرایط تعریف شده هستند:

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A |   | ۲ |   |
| B | ۴ |   | ۵ |
| C |   | ۳ |   |

الف

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A |   |   | ۲ |
| B | ۳ |   | ۵ |
| C |   | ۴ |   |

ب

(۱) شکل (الف) دارای هزینه‌ی کمتر و حرکات برگشتی مساوی است.

(۲) شکل (الف) دارای هزینه‌ی بیشتر و حرکات برگشتی کمتری است.

(۳) شکل (ب) دارای هزینه‌ی کمتر و حرکات برگشتی کمتری است.

(۴) شکل (ب) دارای هزینه‌ی کمتر ولی حرکات برگشتی بیشتری است.

(آزاد ۸۰)

۳۵- دو طرح استقرار زیر برای یک فرآیند مطرح است.

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A | -  | ۳۰ | -  |
| B | ۵  | -  | ۴۰ |
| C | ۱۱ | ۴  | -  |

طرح X

|    | A' | B' | C' |
|----|----|----|----|
| A' | -  | ۲۱ | ۳۶ |
| B' | ۴۵ | -  | -  |
| C' | ۱۰ | -  | -  |

طرح Y

کدام یک اقتصادی‌تر است؟

(۱) غیر قابل مقایسه

(۲) طرح Y

(۳) طرح X

(۴) هر دو یکسان هستند.

(آزاد ۸۱)

۳۶- فرض کنید برای تولید ۳ محصول (C, B, A) نیاز به ۵ دیپارتمان (۵, ۴, ۳, ۲, ۱) می‌باشد که توالی عملیات مطابق جدول زیر است.

با توجه به تقاضای سالیانه و اندازه دسته‌ها، می‌توان ماتریس تواتر جریان مواد را تشکیل داد. در این صورت کل تواتر جریان مواد در این ماتریس چقدر خواهد بود؟

(۱) ۸۶۰۰

(۲) ۱۷۲۰۰

(۳) ۶۸۰۰

(۴) ۱۳۶۰۰

(آزاد ۸۵)

| محصول | توالی عملیات | تقاضای سالیانه | اندازه دسته |
|-------|--------------|----------------|-------------|
| A     | ۱-۲-۴        | ۱۰۰۰۰          | ۱۰          |
| B     | ۱-۳-۴        | ۱۴۵۰۰          | ۵           |
| C     | ۱-۴-۵        | ۸۰۰۰           | ۲۰          |

۳۷- فرض کنید ۵ دپارتمان داریم که قرار است استقرار خطی آن‌ها به صورت ۱-۲-۳-۴-۵ ارایه شود. در این صورت کل هزینه حمل و نقل مواد آن چقدر است؟

| به<br>از | ۱ | ۲  | ۳ | ۴  | ۵  |
|----------|---|----|---|----|----|
| ۱        |   | ۱۲ | ۸ | ۲۰ | ۰  |
| ۲        |   |    | ۴ | ۶  | ۲  |
| ۳        |   |    |   | ۱۰ | ۰  |
| ۴        |   |    |   |    | -۳ |
| ۵        |   |    |   |    |    |

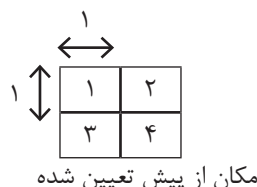
ماتریس تواتر جریان مواد

| دپارتمان | ۱     | ۲     | ۳     | ۴     | ۵     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ابعاد    | ۲۰×۱۰ | ۱۰×۱۰ | ۱۰×۱۰ | ۲۰×۱۰ | ۱۵×۱۰ |

(۱) ۱۷۳۵/۵ (۲) ۱۸۲۵/۵ (۳) ۱۶۵۷/۵ (۴) ۲۰۵۸/۵ (آزاد ۸۵)

۳۸- قرار است استقرار چهار ماشین در چهار مکان که ابعاد آن‌ها یکسان می‌باشد، صورت گیرد. حل اولیه آن مطابق شکل زیر به صورت ۱-۲-۳-۴ است. بهترین استقرار کدام است و هزینه کل حمل و نقل آن چقدر است؟

|   | ۱  | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|----|---|---|---|
| ۱ |    | ۵ | ۴ | ۸ |
| ۲ | ۱۲ |   | ۶ | ۲ |
| ۳ | ۸  | ۶ |   | ۲ |
| ۴ | ۳  | ۲ | ۲ |   |



TC = ۱۵۲ با ۱-۴-۲-۳ (۲)

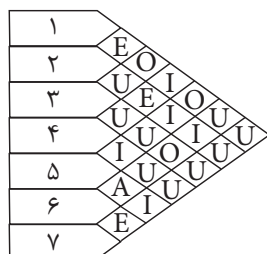
TC = ۱۶۶ با ۱-۲-۳-۴ (۱)

(آزاد ۸۵)

TC = ۱۵۸ با ۴-۲-۳-۱ (۴)

TC = ۱۵۰ با ۳-۱-۲-۴ (۳)

۳۹- فرض کنید استقرار ۷ دپارتمان مطابق شکل زیر است. با توجه به نمودار رابطه فعالیت (REL) و نمره‌دهی مربوطه، کارایی استقرار مورد نظر چقدر است؟



نمودار REL

| نمره | سمبل |
|------|------|
| ۱۰   | A    |
| ۵    | E    |
| ۲    | I    |
| ۱    | O    |
| ۰    | U    |
| -۱۰  | X    |

استقرار دپارتمان

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۴ | ۱ | ۵ |
| ۷ |   | ۶ |
| ۲ |   | ۳ |

(۱) ۵۵ درصد

(۲) ۵۲/۶ درصد

(۳) ۵۰ درصد

(۴) ۵۷/۹ درصد

(آزاد ۸۵)

۴۰- کدام یک از موارد زیر جزو مشخصه‌های روش جدول بندی سفر می‌باشد؟

(۱) در این روش بخش‌هایی که حجم جریان بین آن‌ها زیاد باشد، در کنار هم قرار نمی‌گیرند.

(۲) روش خوبی جهت عرضه استقرارهای مختلف نمی‌باشد.

(۳) در مسایل کوچک کارایی خود را از دست نمی‌دهد.

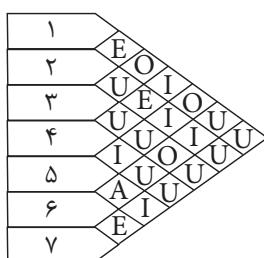
(۴) راه حل سیستماتیکی جهت بهبود ارایه می‌دهد.

(آزاد ۸۶)

۴۱- رابطه‌ی بین فعالیت‌ها برای ۶ قسمت موجود در کارخانه‌ای به صورت جدول زیر می‌باشد،

A = ۴, E = ۳, I = ۲, O = ۱, U = ۰, X = -۱

با توجه به اطلاعات داده شده کدام نحوه‌ی استقرار بهتر است؟



(آزاد ۸۶)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۴ | ۵ | ۱ |
| ۲ | ۳ | ۶ |

(۲)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ | ۳ | ۵ |
| ۶ | ۲ | ۴ |

(۴)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۲ | ۴ | ۱ |
| ۵ | ۳ | ۶ |

(۱)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ۱ | ۴ | ۲ |
| ۶ | ۳ | ۵ |

(۳)

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- نمودار از - به برای ۴ بخش مختلف یک کارخانه مطابق جدول زیر می‌باشد. جهت بهبود این استقرار جای کدام دو بخش باید تعویض گردد و میزان کاهش جریان چقدر خواهد شد؟

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| A |   | ۱ | ۸ | ۱ |
| B | ۱ |   | ۲ | ۷ |
| C | ۲ | ۶ |   | ۲ |
| D | ۱ | ۵ | ۲ |   |

(۱) C و B - ۲۴

(۲) C و B - ۱۰

(۳) D و A - ۱۰

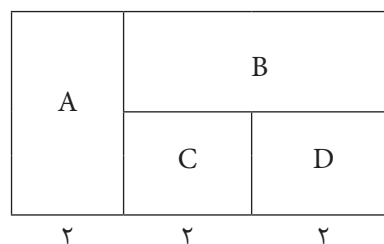
(۴) D و C - ۲۰

۲- با توجه به روش مارپیچی، چیدمان زیر به دست آمده است. امتیاز طرح با توجه به جدول از - به چقدر است؟

| از \ به | A | B  | C  | D  |
|---------|---|----|----|----|
| A       | - | ۱۲ | ۴۴ | ۱۰ |
| B       | - | -  | -  | ۴۲ |
| C       | - | ۳۰ | -  | -  |
| D       | - | ۱۴ | -  | -  |

۲

۲



۲

۲

۲

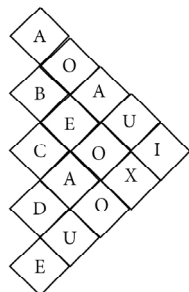
(۴) ۸ درصد

(۳) ۵ درصد

(۲) ۶ درصد

(۱) ۷ درصد

۳- با توجه به شبکه موثر، کدام یک از طرح‌های زیر کارا تر است؟ (امتیازات براساس  $A=8$ ،  $E=4$ ،  $I=2$ ،  $U=0$  و  $X=-8$  می‌باشد).



| طرح ۱ |   |   |
|-------|---|---|
| D     | A | B |
|       | C | E |

| طرح ۲ |   |   |
|-------|---|---|
| A     | B |   |
| E     | C | D |

| طرح ۳ |   |   |
|-------|---|---|
| E     | A | D |
|       | C | B |

| طرح ۴ |   |   |
|-------|---|---|
| B     | A | D |
| E     | C |   |

(۴) طرح (۳)

(۳) طرح (۴)

(۲) طرح (۲)

(۱) طرح (۱)

## پاسخنامه تشریحی فصل دوازدهم

## پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۱)

از روش گشتاورها استفاده می‌شود، بر این اساس:

$$\text{I گشتاور طرح I} = (30 + 40) \times 1 + (5 + 4) \times 1 + 11 \times 2 = 101$$

$$\text{II گشتاور طرح II} = 21 \times 1 + 36 \times 2 + 45 \times 1 + 10 \times 2 = 158$$

چون گشتاور طرح I کمتر است، بنابراین چیدمان بهتری است. گرچه ضرایب گشتاور رفت و برگشت هم یکسان در نظر گرفته شده است.

۲- گزینه ۳)

ماتریس فاصله  $\times$  ماتریس جریان  $\times$  ماتریس هزینه = کل هزینه حمل و نقل

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A | - | 5 | 8 |
| B | 5 | - | 1 |
| C | 8 | 1 | - |

|   | A | B  | C  |
|---|---|----|----|
| A | - | 10 | 15 |
| B | 3 | -  | 0  |
| C | 5 | 2  | -  |

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A | -  | 10 | 20 |
| B | 10 | -  | 10 |
| C | 20 | 10 | -  |

$$\text{واحد پول } 3870 = 5 \times 10 \times 10 + 8 \times 15 \times 20 + 1 \times 0 \times 10 + 5 \times 3 \times 10 + 8 \times 5 \times 20 + 1 \times 2 \times 10$$

۳- گزینه ۲)

هزینه حمل هر کیلوگرم در هر متر  $\times$  مسافت  $\times$  جریان = کل هزینه حمل و نقل

|   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|
| A | - | 25 | 15 | 20 |
| B |   | -  | 20 | 10 |
| C |   |    | -  | 5  |
| D |   |    |    | -  |

|   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|
| A | - | 10 | 5  | 15 |
| B |   | -  | 15 | 5  |
| C |   |    | -  | 10 |
| D |   |    |    | -  |

$$\text{واحد پول } 1025 = (25 \times 10 + 15 \times 5 + 20 \times 15 + 20 \times 15 + 10 \times 5 + 5 \times 10) \times 1$$

۴- گزینه ۴)

$$\text{گشتاور رفت} = (6 + 5 + 2 + 4) \times 1 + (2 + 0 + 0) \times 2 + (8 + 1) \times 3 + 4 \times 4 = 64$$

$$\text{گشتاور برگشت} = (3 + 0 + 6 + 8) \times 1 + (5 + 2 + 0) \times 2 + (8 + 1) \times 3 + 4 \times 4 = 71$$

$$\text{گشتاور کل} = 64 + 71 = 135$$

در محاسبه گشتاور برگشت از مضارب ۲ استفاده نشده است؛ چون ضرایب گشتاور برگشت می‌توانند همانند ضرایب گشتاور رفت لحاظ شوند.

۵- گزینه ۲)

روش خط مستقیم: قطعه ۱ بیشترین درصد حجم جریان را با ۵۰٪ دارد، بر این اساس:

قطعه ۳ در مکان دوم از نظر درصد حجم جریان قرار دارد، یعنی:

بنابراین بخش F باید استقرار یابد، ولی بخش‌های G هنوز مستقر نشده است، یعنی

براساس قطعه ۲ با درصد حجم جریان ۱۰٪ می‌توان G را نیز مستقر کرد؛

بنابراین بهترین استقرار نسبی عبارت است از:

ABCDE

۳ قطعه : AFBCD

AFBCDE:

۲ قطعه : BEFBG

AFBCDEG



۶- گزینه ۴

ماتریس جریان متقابل برای ۵ محصول را با توجه به فرآیند تولید و نرخ روزانه تولید تشکیل داده و از روی استقرار موجود، ماتریس مسافت شکل می‌گیرد و با حاصل ضرب این دو ماتریس و هزینه حمل و نقل هر واحد به ازای هر واحد مسافت هزینه حمل و نقل روزانه به دست می‌آید:

|   | A | B  | C   | D  |
|---|---|----|-----|----|
| A | - | ۱۰ | ۲۵  | ۲۰ |
| B |   | -  | ۱۱۰ | ۱۰ |
| C |   |    | -   | ۵۰ |
| D |   |    |     | -  |

ماتریس مسافت (فاصله)

|   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|
| A | - | ۱۰ | ۱۰ | ۲۰ |
| B |   | -  | ۲۰ | ۱۰ |
| C |   |    | -  | ۱۰ |
| D |   |    |    | -  |

ماتریس جریان متقابل

تومان  $2 \times (10 \times 10 + 25 \times 10 + 20 \times 20 + 110 \times 20 + 10 \times 10 + 50 \times 10) = 2 \times 3550 = 7100$  = هزینه حمل و نقل روزانه

۷- گزینه ۲

روش خط مستقیم: محصولات ۲ و ۱ به ترتیب بیشترین درصد وزنی را دارد، بر این اساس:

محصول ۲: ADE

محصول ۳: ACE

بنابراین می‌توان مسیرهای ACDE یا ADCE را برگزید؛ اما با توجه به محصول ۳ با درصد وزنی ده درصد، ACDE بهتر است. این عمل باید ادامه یابد تا سایر بخش‌ها مستقر شوند، یعنی:

محصول ۴: CBD → ACDE : ACBDE

با نگاهی اجمالی به سایر محصولات مشاهده می‌شود که استقرار صورت گرفته، استقرار خوبی است.

۸- گزینه ۱

با توجه به تعداد حرکات جهت دریافت و ارسال مواد اولیه، هر محصولی که دارای بیشترین میزان حرکت جهت دریافت و کمترین میزان حرکت جهت ارسال باشد، نزدیک محل دریافت قرار می‌گیرد و برعکس. چنانچه تعداد حرکات دریافت و ارسال برابر باشد، سعی می‌شود در وسط چیدمان قرار گیرد. بر این اساس:

| محصول               | A  | B   | C    | D   | E    | F  | G   | H   |
|---------------------|----|-----|------|-----|------|----|-----|-----|
| ورودی به انبار      | ۴۰ | ۲۰۰ | ۳۰۰  | ۳۰  | ۴۰   | ۶۷ | ۲۵۰ | ۲۵۰ |
| خروجی از انبار      | ۴۰ | ۲۵۰ | ۴۰۰  | ۴۳  | ۲۰۰  | ۶۷ | ۱۲۵ | ۲۵۰ |
| تفاوت ورودی و خروجی | ۰  | -۵۰ | -۱۰۰ | -۱۳ | -۱۶۰ | ۰  | ۱۲۵ | ۰   |

↓                      ↓                      ↓  
 نزدیک ارسال      نزدیک ارسال      نزدیک دریافت

گزینه (۱) در میان سایرین دارای چیدمان بهتری است.

۹- هیچ کدام

پس از تشکیل ماتریس مسافت برای دو طرح، هزینه کل حمل و نقل مواد محاسبه می‌شود. طرحی که هزینه حمل و نقل کمتری دارد، بهتر است. از سوی دیگر باید جریان مواد دو محصول بر روی هم تشکیل شود و با حاصل ضرب ماتریس مسافت هر طرح در ماتریس جریان کل متقابل هزینه حمل و نقل محاسبه گردد.

اگر  $A = (x_A, y_A)$  و  $B = (x_B, y_B)$  باشد، آن‌گاه فاصله اقلیدوسی  $d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$  است.

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| A | -  | ۷۰ | ۳۰ |
| B | ۴۵ | -  | ۴۸ |
| C | ۲۵ | ۵۸ | -  |

ماتریس جریان کل

→

|   | A | B   | C   |
|---|---|-----|-----|
| A | - | ۱۱۵ | ۵۵  |
| B |   | -   | ۱۰۶ |
| C |   |     | -   |

ماتریس جریان متقابل کل

|   | A | B  | C            |
|---|---|----|--------------|
| A | - | ۱۰ | ۱۰           |
| B |   | -  | $10\sqrt{2}$ |
| C |   |    | -            |

ماتریس فاصله طرح اول

|   | A | B            | C  |
|---|---|--------------|----|
| A | - | $10\sqrt{2}$ | ۱۰ |
| B |   | -            | ۱۰ |
| C |   |              | -  |

ماتریس فاصله طرح دوم

$$\text{معیار طرح اول} = 115 \times 10 + 55 \times 10 + 10.6 \times 10 \cdot \sqrt{2} = 3199 / 0.6 \approx 3199$$

$$\text{معیار طرح دوم} = 115 \times 10 \cdot \sqrt{2} + 55 \times 10 + 10.6 \times 10 = 3236 / 34 \approx 3236$$

طرح (۱) با هزینه ۳۱۹۹ بهتر است.  
جواب سازمان سنجش گزینه (۱) است.

۱۰- گزینه (۴)

**نکته** ← ماتریس جریان در جابه‌جایی بخش‌ها ثابت است. اما ماتریس مسافت تغییر می‌کند.

کافی است حاصل ضرب ماتریس جریان در ماتریس مسافت محاسبه شود و طرحی که دارای مقدار کوچک‌تری باشد، بهتر است.

|   | A | B | C | D  |
|---|---|---|---|----|
| A | - | ۲ | ۷ | ۹  |
| B |   | - | ۸ | ۱۰ |
| C |   |   | - | ۴  |
| D |   |   |   | -  |

ماتریس فاصله طرح (۱)

|   | A | B | C | D  |
|---|---|---|---|----|
| A | - | ۷ | ۹ | ۲  |
| B |   | - | ۴ | ۸  |
| C |   |   | - | ۱۰ |
| D |   |   |   | -  |

ماتریس فاصله طرح (۲)

|   | A | B | C | D  |
|---|---|---|---|----|
| A | - | ۴ | ۹ | ۱۰ |
| B |   | - | ۷ | ۸  |
| C |   |   | - | ۲  |
| D |   |   |   | -  |

ماتریس فاصله طرح (۳)

|   | A | B  | C | D |
|---|---|----|---|---|
| A | - | ۱۰ | ۴ | ۹ |
| B |   | -  | ۸ | ۲ |
| C |   |    | - | ۷ |
| D |   |    |   | - |

ماتریس فاصله طرح (۴)

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| A | - | ۲ | ۸ | ۳ |
| B |   | - | ۴ | ۹ |
| C |   |   | - | ۵ |
| D |   |   |   | - |

ماتریس جریان مواد

$$\text{معیار (۱)} = 229$$

$$\text{معیار (۲)} = 230$$

$$\text{معیار (۳)} = 220$$

$$\text{معیار (۴)} = (10 \times 2) + (4 \times 8) + (9 \times 3) + (8 \times 4) + (2 \times 9) + (7 \times 5) = 164$$

۱۱- گزینه (۳)

در گزینه‌های (۱) و (۲) و (۴) جریان برگشتی وجود ندارد، در حالی که در گزینه (۳) از F به D جریان برگشتی وجود دارد.

۱۲- گزینه (۱)

جهت بهبود طرح استقرار فعلی یعنی A-B-C-D باید میزان جریان برگشت به عقب کاهش و دپارتمان‌های همسایه دارای بیشترین جریان باشند. و با توجه به جدول از- به:

$$BD = 4, AC = 4: \text{جریان های رفت}$$

$$DB = 1, CB = 4: \text{جریان های برگشت}$$

باید A را به C و B را به D نزدیک و C را قبل از B قرار دارد، یعنی:

$$A-C-B-D$$

یا می‌توان از روش گشتاورها عمل کرد؛ یعنی با جابه‌جایی بخش‌ها اعداد بالای قطر اصلی را به قطر اصلی نزدیک و اعداد پایین قطر اصلی را یا حذف یا به سمت قطر اصلی نزدیک کرد. بر این اساس:

|          | A | B | C | D |                    | A        | C | B | D |
|----------|---|---|---|---|--------------------|----------|---|---|---|
| A        | - | ۰ | ۴ | ۰ | با جابجایی C و B → | A        | - | ۴ | ۰ |
| B        | ۰ | - | ۰ | ۴ |                    | C        | - | ۴ | ۰ |
| C        | ۰ | ۴ | - | ۰ |                    | B        |   | - | ۴ |
| D        | ۰ | ۱ | ۰ | - |                    | D        |   | ۱ | - |
| طرح فعلی |   |   |   |   |                    | طرح جدید |   |   |   |

$$\text{گشتاور طرح فعلی} = (۴+۴) \times ۲ + ۴ \times ۲ + ۱ \times ۴ = ۲۸$$

$$\text{گشتاور طرح جدید} = (۴+۴+۴) \times ۱ + ۱ \times ۲ = ۱۴$$

۱۳- گزینه ۳

ماتریس جریان متقابل و فاصله را تشکیل می‌دهیم:

|              | A | B  | C  | D  |              | A                   | B | C  | D  |
|--------------|---|----|----|----|--------------|---------------------|---|----|----|
| A            | - | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ | ماتریس فاصله | A                   | - | ۱۰ | ۲۰ |
| B            |   | -  | ۱۰ | ۱۰ |              | B                   |   | -  | ۶۵ |
| C            |   |    | -  | ۲۰ |              | C                   |   |    | -  |
| D            |   |    |    | -  |              | D                   |   |    | -  |
| ماتریس فاصله |   |    |    |    |              | ماتریس جریان متقابل |   |    |    |

جریان  $\times$  فاصله  $\times$  هزینه حمل = هزینه حمل و نقل روزانه

$$= ۳ \times (۲۰ \times ۱۰ + ۱۰ \times ۲۰ + ۱۰ \times ۱۵ + ۱۰ \times ۶۵ + ۱۰ \times ۰ + ۲۰ \times ۲۵) = ۳ \times ۱۷۰۰ = ۵۱۰۰$$

۱۴- گزینه ۱

با استفاده از معیار روش مارپیچی طرح‌ها قابل مقایسه هستند:

$$\text{معیار} = \frac{\text{مجموع جریان بین بخش‌های غیرمجاور}}{\text{جمع کل جریان‌های بخش‌ها}}$$

مخرج کسر برای همه یکسان است، می‌توان طرحی که مقدار صورت کسر کوچک‌تر است را به‌عنوان طرح مناسب‌تر انتخاب کرد:

$$۱ \rightarrow (۲, ۴), (۲, ۵), (۳, ۵) \text{ : دپارتمان‌های غیرمجاور طرح ۱ } = ۳۰ = ۸ + ۲ + ۲۰$$

$$۲ \rightarrow (۲, ۵), (۴, ۵), (۳, ۴) \text{ : دپارتمان‌های غیرمجاور طرح ۲ } = ۵۲ = ۲ + ۱۵ + ۳۵$$

$$۳ \rightarrow (۲, ۳), (۳, ۵), (۲, ۴) \text{ : دپارتمان‌های غیرمجاور طرح ۳ } = ۳۸ = ۱۰ + ۲۰ + ۸$$

$$۴ \rightarrow (۲, ۴), (۳, ۴), (۳, ۵) \text{ : دپارتمان‌های غیرمجاور طرح ۴ } = ۶۳ = ۸ + ۳۵ + ۲۰$$

۱۵- گزینه ۳

ماتریس هزینه  $\times$  ماتریس جریان  $\times$  ماتریس فاصله = هزینه حمل و نقل روزانه

اکنون باید ماتریس فاصله و جریان را تشکیل داد، یعنی:

|              | ۱ | ۲  | ۳  | ۴  | ۵  |              | ۱                   | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|--------------|---|----|----|----|----|--------------|---------------------|---|---|---|---|
| ۱            | - | ۳۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۴۰ | ماتریس فاصله | ۱                   | - | ۱ | ۲ | ۲ |
| ۲            |   | -  | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ |              | ۲                   |   | - | ۶ | ۵ |
| ۳            |   |    | -  | ۱۰ | ۳۰ |              | ۳                   |   |   | - | ۱ |
| ۴            |   |    |    | -  | ۲۰ |              | ۴                   |   |   |   | - |
| ۵            |   |    |    |    | -  |              | ۵                   |   |   |   | - |
| ماتریس فاصله |   |    |    |    |    |              | ماتریس جریان متقابل |   |   |   |   |

ماتریس جریان متقابل با توجه به مسیر تولید و تعداد پالت روزانه تولید به‌دست آمد. اکنون:

$$\text{هزینه حمل و نقل روزانه} = ۱۰ \times (۳۰ \times ۱ + ۱۰ \times ۲ + ۲۰ \times ۲ + ۲۰ \times ۶ + ۱۰ \times ۵ + ۱۰ \times ۱ + ۳۰ \times ۳ + ۲۰ \times ۴) = ۱۰ \times ۴۴۰ = ۴۴۰۰$$

۱۶- گزینه ۴)

تک تک گزینه‌ها باید ارزیابی شوند:

جابه‌جایی E و D: این جابه‌جایی فقط می‌تواند بر جریان بخش‌های C و A تاثیرگذار باشد.

$$DA = 10 \quad EC = 30$$

$$DC = 10 \quad EA = 15$$

چون جریان CE بیشتر از AE است، بنابراین باید E به C نزدیک‌تر باشد تا A، مکان D هم تفاوتی ندارد. پس این جابه‌جایی منجر به بهبود نمی‌شود و اوضاع بدتر می‌شود.

جابه‌جایی A و D: این جابه‌جایی می‌تواند بر جریان بخش‌های E و B موثر باشد.

$$\left. \begin{array}{l} AB = 10 \\ BD = 5 \end{array} \right\} \rightarrow \text{استقرار فعلی بهتر است}$$

$$\left. \begin{array}{l} AE = 15 \\ DE = 20 \end{array} \right\} \rightarrow \text{جابه‌جایی انجام شود}$$

چون تفاوت جریان‌ها ۵ واحد می‌باشد، بهبود حاصل نمی‌شود.

جابه‌جایی C و D: این جابه‌جایی می‌تواند بر جریان بخش‌های E و B موثر باشد:

$$\left. \begin{array}{l} CE = 30 \\ CD = 10 \end{array} \right\} \rightarrow \text{استقرار فعلی بهتر است}$$

$$\left. \begin{array}{l} BC = 10 \\ BD = 5 \end{array} \right\} \rightarrow \text{جابه‌جایی انجام شود}$$

چون تفاوت اولی ۲۰ و دومی ۱۰ است، بهبود صورت نمی‌گیرد و هزینه‌ها افزایش می‌یابد.

جابه‌جایی E و C: این جابه‌جایی بر تمام جریان بخش‌ها موثر است:

$$\left. \begin{array}{l} AE = 15 \\ AC = 5 \end{array} \right\} \rightarrow \text{و استقرار فعلی بهتر است} \quad \left. \begin{array}{l} DC = 10 \\ DE = 20 \end{array} \right\} \rightarrow \text{جابه‌جایی انجام شود} \quad \left. \begin{array}{l} BD = 5 \\ BE = 20 \end{array} \right\} \rightarrow \text{جابه‌جایی انجام شود}$$

با توجه به تفاوت‌های بین هر گروه می‌توان گفت که اگر جابه‌جایی انجام گردد، منجر به بهبود می‌شود.

۱۷- گزینه ۲)

هدف روش ماریچی یا حلزونی، حداکثرکردن جریان مواد بین دپارتمان‌های همسایه است.

۱۸- هیچ کدام

$$\text{کارایی استقرار} = \frac{\text{مجموع کل مقادیر دپارتمان‌های مجاور}}{\text{جمع کل جریان‌های بخش‌ها}}$$

$$(D, E), (C, E), (C, D), (B, C), (A, C), (A, B) = \text{دپارتمان‌های مجاور}$$

$$\text{مجموع کل مقادیر دپارتمان مجاور} = 5 + 0 + 6 + 6 + 0 + 3 = 20$$

$$\text{کارایی استقرار} = \frac{20}{30} = \frac{2}{3}$$

علامت (-) به معنای جریان برگشتی است؛ به عنوان مثال  $CD = -6$  یعنی  $DC = 6$ .جواب سازمان سنجش  $\frac{2}{3}$  می‌باشد.

۱۹- گزینه ۴)

از آنجایی که بیشترین جریان مواد بین دو بخش C و E برقرار است و از سوی دیگر بیشترین فاصله را از همدیگر دارند، می‌توان با جابه‌جایی بخش‌های C و E صرفه‌جویی کرد.

۲۰- گزینه ۴)

برای حل این سؤال می‌توان از دو روش خط مستقیم و روش محاسبه هزینه حمل و نقل (گشتاورها) استفاده کرد.

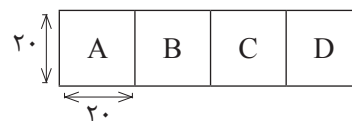
روش خط مستقیم: محصول با بیشترین نرخ تولید روزانه، محصول ۲ با توالی  $C \rightarrow B \rightarrow D$  است که در دو محصول ۱، ۴ نیز همین توالی وجود دارد و بر اساس دو محصول ۱ و ۴، طرح استقرار باید به صورت زیر باشد:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | C | B | D |
|---|---|---|---|

۲۱- گزینه ۲)

ماتریس فاصله استقرار اولیه و ماتریس جریان را تشکیل می‌دهیم:

|   | A | B  | C  | D  |   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| A | - | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | A | - | ۲۰ | ۴۰ | ۶۰ |
| B |   | -  | ۱۵ | ۱۰ | B |   | -  | ۲۰ | ۴۰ |
| C |   |    | -  | ۲۰ | C |   |    | -  | ۲۰ |
| D |   |    |    | -  | D |   |    |    | -  |



با توجه به ماتریس جریان، A و D بیشترین ارتباط را داشته و در دورترین فاصله قرار دارند. از سوی دیگر بخش D و C به دلیل جریان بیشتر نزدیک هم باشند، بهتر است تا دو بخش B و D. بر این اساس استقرار زیر به دست می‌آید:

| A | D | C | B |
|---|---|---|---|
|---|---|---|---|

ماتریس فاصله برای این استقرار عبارت است از:

|   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|
| A | - | ۶۰ | ۴۰ | ۲۰ |
| B |   | -  | ۲۰ | ۴۰ |
| C |   |    | -  | ۲۰ |
| D |   |    |    | -  |

چون میزان بهبود را باید به دست آوریم، کافی است تفاوت دو ماتریس فاصله در ماتریس جریان ضرب شود:

|               | A | B | C  | D  |    | A | B | C  | D |     |
|---------------|---|---|----|----|----|---|---|----|---|-----|
| میزان بهبود = | A | - | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | A | - | ۴۰ | ۰ | -۴۰ |
|               | B |   | -  | ۱۵ | ۱۰ | B |   | -  | ۰ | ۰   |
|               | C |   |    | -  | ۲۰ | C |   |    | - | ۰   |
|               | D |   |    |    | -  | D |   |    |   | -   |

$$= 10 \times 40 + 30 \times -40 = -800$$

میزان بهبود =

×

$$= 10 \times 40 + 30 \times -40 = -800$$

۲۲- هیچ کدام

برای محاسبه هزینه حمل و نقل لزوماً به ابعاد یکسان ماشین‌آلات نیاز داریم؛ اما برای مقایسه دو طرح می‌توان گشتاور کل آن دو را محاسبه نمود و براساس آن تصمیم‌گیری نمود. بر این اساس:

$$\text{گشتاور کل طرح (الف)} = (20+2) \times 1 + 10 \times 2 + (30+5) \times 2 = 130$$

$$\text{گشتاور کل طرح (ب)} = (10+15) \times 1 + 15 \times 2 + 2 \times 2 + 5 \times 4 = 79$$

طرح (ب) گشتاور کمتری دارد، براین اساس مطلوب‌تر است.

۲۳- گزینه ۳)

**نکته** در طرح استقرار، بین دو دپارتمان همسایه بهتر است روابط A بیشتر و روابط X کمتر باشد؛ اما در حالت کلی باید مجموع درجات نزدیکی

دپارتمان‌های همسایه محاسبه شود تا بتوان از میان چند طرح استقرار، مناسب‌ترین را انتخاب کرد.

مجموع درجات نزدیکی برای تک‌تک گزینه‌ها محاسبه می‌شود:

$$(1) \text{ همسایه گزینه (۱)}: (6,1), (6,4), (4,3), (1,3), (3,2), (1,5), (2,5)$$

$$\text{معیار گزینه (۱)} = A + A + U + A + A + U + O$$

$$\text{معیار گزینه (۲)} = E + X + A + A + U + X + O$$

$$\text{معیار گزینه (۳)} = A + A + E + A + O + O + E$$

$$\text{معیار گزینه (۴)} = O + I + O + A + E + U + O$$

مشاهده می‌شود گزینه (۳) بیشترین مقدار مجموع درجات نزدیکی دارد.

۲۴- هیچ کدام

ماتریس جریان متقابل را با توجه به فرآیندهای تولید تشکیل داده و با استفاده از معیار روش مارپیچی، کارایی طرح محاسبه می‌شود:

|   | A | B | C | D |   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | - | ۰ | ۲ | ۱ | A | - | ۰ | ۲ | ۱ |
| B | ۰ | - | ۰ | ۲ | B |   | - | ۲ | ۳ |
| C | ۰ | ۲ | - | ۱ | C |   |   | - | ۲ |
| D | ۰ | ۱ | ۱ | - | D |   |   |   | - |

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع جریان بین بخش‌های مجاور}}{\text{جمع کل جریانات بین بخشی}}$$

$$\text{کارایی} = \frac{۰+۲+۲}{۱۰} = ۰/۴ = ۴۰\%$$

جواب سازمان سنجش ۵۶٪ می‌باشد.

۲۵- گزینه ۳

از آن جایی که بیشترین میزان جریان مربوط به ماشین ۲ می‌باشد (۲۷ واحد خروجی و ۲۵ واحد ورودی) مناسب است، ماشین ۲ باید وسط خط قرار گیرد تا ارتباط بهتری با ماشین‌های ۱ و ۳ داشته باشد. بنابراین بهترین استقرار ۳-۲-۱ خواهد بود. همچنین می‌توان با استفاده از معیار ارزیابی، طرح‌های مطرح شده را با هم مقایسه کرد.

|   | ۱ | ۲  | ۳  |              | ۱ | ۲ | ۳  |   | ۱                    | ۲ | ۳ |   | ۱  | ۲     | ۳ |  |
|---|---|----|----|--------------|---|---|----|---|----------------------|---|---|---|----|-------|---|--|
| ۱ | - | ۱۷ | ۲۰ | ماتریس جریان | ۱ | - | ۱۳ | ۶ | ماتریس فاصله طرح (۱) | ۱ | - | ۵ | ۶  | ۱۲    | ۵ |  |
| ۲ |   | -  | ۳۵ |              | ۲ |   | -  | ۷ |                      | ۲ |   | - | ۱۱ | ۷     | - |  |
| ۳ |   |    | -  |              | ۳ |   |    | - |                      | ۳ |   |   | -  | -     | - |  |
|   |   |    |    | ۱-۳-۲        |   |   |    |   | ۳-۱-۲                |   |   |   |    | ۳-۲-۱ |   |  |

ماتریس فاصله × ماتریس جریان = معیار طرح

$$(۱) \text{ معیار طرح} = ۱۷ \times ۱۳ + ۲۰ \times ۶ + ۳۵ \times ۷ = ۵۸۶$$

$$(۲) \text{ معیار طرح} = ۱۷ \times ۵ + ۲۰ \times ۶ + ۳۵ \times ۱۱ = ۵۹۰$$

$$(۳) \text{ معیار طرح} = ۱۷ \times ۵ + ۲۰ \times ۱۲ + ۳۵ \times ۷ = ۵۷۰$$

چون معیار طرح (۳) کمترین است، بنابراین بهترین طرح، طرح (۳) است.

۲۶- گزینه ۳

برای یافتن حد پایین هزینه حمل و نقل کافی است ماشین‌های با بیشترین جریان به مکان‌هایی تخصیص داده شود که کمترین فاصله را داراست. در واقع جریان را صعودی و فاصله را نزولی در نظر می‌گیریم:

|         |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|
| جریان : | ۱۸ | ۱۶ | ۱۰ | ۸  | ۶  | ۴  |
| فاصله : | ۴  | ۸  | ۱۴ | ۱۶ | ۱۸ | ۲۰ |

$$\text{حد پایین هزینه حمل و نقل} = ۱۸ \times ۴ + ۱۶ \times ۸ + ۱۰ \times ۱۴ + ۸ \times ۱۶ + ۶ \times ۱۸ + ۴ \times ۲۰ = ۶۵۶$$

۲۷- هیچ کدام

ماتریس هزینه حمل و نقل یکه می‌باشد و جریان حمل و نقل یک‌طرفه، کافی است ماتریس فاصله در ماتریس جریان ضرب جزیه جز شود:

|   | A | B | C |   | A  | B  | C  |
|---|---|---|---|---|----|----|----|
| A | - | ۸ | ۶ | A | -  | ۶  | ۱۲ |
| B | ۲ | - | ۴ | B | ۱۱ | -  | ۶  |
| C | ۳ | ۵ | - | C | ۵  | ۱۱ | -  |

$$= ۸ \times ۶ + ۱۲ \times ۶ + ۶ \times ۴ + ۲ \times ۱۱ + ۳ \times ۵ + ۵ \times ۱۱ = ۲۳۶$$

جواب سازمان سنجش ۲۴۶ می‌باشد.

۲۸- گزینه ۳

در واقع کارایی طرح، میزان رعایت شدن روابط فعالیت‌ها را نشان می‌دهد.

$$\text{مجموع روابط بین بخش‌های مجاور} = \frac{\text{جمع کل روابط بین بخشی}}{\text{کارایی طرح}}$$

بخش‌های مجاور:  $(1,3), (2,1), (2,3), (4,3), (2,4), (5,4), (5,2)$ 

$$\text{مجموع روابط بین بخش‌های مجاور} = I + I + O + E + I + A + E = 3 \times 4 + 2 + 2 + 2 \times 6 + 10 = 36$$

$$\text{جمع کل روابط بین بخشی} = A + E + U + O + I + O + I + E + O + I = 10 + 2 \times 6 + 3 \times 4 + 3 \times 2 + 0 = 40$$

$$\text{کارایی طرح} = \frac{36}{40} = 0.9 = 90\%$$

۲۹- هیچ‌کدام

براساس نمودار فرآیند چند محصولی، توالی ساخت چهار محصول عبارت است از:

محصول A: ۱-۳-۲-۴-۵

محصول B: ۱-۴-۲-۳-۵

محصول C: ۲-۱-۳-۴-۵

محصول D: ۱-۳-۱-۴-۵

با توجه به توالی ساخت محصولات و اینکه حجم یکسانی از آن‌ها مورد نیاز است، ماتریس جریان (نمودار از-به) تشکیل می‌شود:

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۰ | ۲ | ۲ | ۰ |
| ۲ | ۱ | - | ۲ | ۱ | ۰ |
| ۳ | ۱ | ۱ | - | ۱ | ۱ |
| ۴ | ۰ | ۱ | ۰ | - | ۳ |
| ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | - |

 $\xrightarrow{\text{ماتریس جریان متقابل}}$ 

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۰ | ۲ | ۲ | ۰ |
| ۲ | ۱ | - | ۲ | ۱ | ۰ |
| ۳ | ۱ | ۱ | - | ۱ | ۱ |
| ۴ | ۰ | ۱ | ۰ | - | ۳ |
| ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | - |

کارایی استقرار خطی به صورت ۱-۲-۳-۴-۵ را از معیار روش مارپیچی حساب می‌کنیم:

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع جریان بین بخش‌های مجاور}}{\text{جمع کل جریان بین بخش‌ها}} = \frac{1+3+1+3}{16} = \frac{8}{16} = 0.5 = 50\%$$

پاسخ سازمان سنجش ۶۱/۵٪ می‌باشد.

۳۰- هیچ‌کدام

با استفاده از معیار روش مارپیچی، کارایی استقرار محاسبه می‌شود:

$$\text{کارایی استقرار} = \frac{\text{مجموع جریان بین بخش‌های مجاور}}{\text{جمع کل جریان بین بخش‌ها}} = \frac{10+8+6+8+12+5+4+12+9}{95} = \frac{74}{95} = 0.779 = 77.9\%$$

پاسخ سازمان سنجش گزینه‌ی (۳) است.

۳۱- گزینه ۲

طرحی که دارای بیشترین امتیاز از نظر کیفی و جریانی باشد، مناسب‌تر است.

بخش‌های همسایه در طرح A:  $(1,2), (1,4), (2,4), (2,3), (2,5), (4,3), (3,5)$ 

$$\text{امتیاز طرح A} = (10 \times 2 + 3) + (3 \times 2 + 6) + (7 \times 2 + 2) + (4 \times 2 + 7) + (1 \times 2 + 4) + (4 \times 2 + 0) + (6 \times 2 + 1)$$

$$= 23 + 12 + 16 + 15 + 6 + 8 + 13 + 13 = 93$$

برای طرح B و C نیز این امتیاز محاسبه می‌شود:

۱۰۳ = امتیاز طرح B  
 ۸۲ = امتیاز طرح C

بر این اساس طرح B دارای استقرار بهتری می باشد.

### پاسخنامه آزمون آزاد

۳۲- گزینه ۲

گشتاورها را در دو حالت الف: قبل از بهبود و ب: بعد از بهبود محاسبه می کنیم، یعنی:

$$\text{گشتاور (الف)} = (۲۵ + ۲۰ + ۵ + ۵) + ۲ \times (۲ + ۱۰) = ۷۹$$

چون گشتاور طرح کاهش یافته است، پس طرح واقعا بهبود یافته است.

$$\text{گشتاور (ب)} = (۲۰ + ۱۰ + ۵ + ۵) + ۲ \times (۵ + ۵) = ۶۰$$

۳۳- گزینه ۳

با مشاهده چارت از- به، مشخص است که حجم جریانبات برگشتی از جریانبات مستقیم بالاتر است.

۳۴- هیچ کدام

گشتاورهای دو آلترناتیو محاسبه می شود:

$$\text{گشتاور آلترناتیو (ب)} = (۵ + ۳ + ۴) + ۲ \times ۲ = ۱۶$$

طرح (ب) دارای حرکات برگشتی بیشتر است. در مورد هزینه نمی توان اظهار نظر کرد.

$$\text{گشتاور آلترناتیو (الف)} = ۲ + ۵ + ۴ + ۳ = ۱۴$$

۳۵- گزینه ۳

گشتاورهای دو طرح محاسبه می شود:

$$\text{گشتاور طرح X} = (۳۰ + ۴۰ + ۴ + ۵) + ۲ \times ۱۱ = ۱۰۱$$

طرح X، گشتاور کمتری دارد؛ بنابراین اقتصادی تر است.

$$\text{گشتاور طرح Y} = (۲۱ + ۴۵) + ۲ \times (۳۶ + ۱۰) = ۱۵۸$$

۳۶- گزینه ۱

$$۸۶۰۰ = ۲ \times (۱۰۰۰/۱۰) + ۲ \times (۱۴۵۰/۵) + ۲ \times (۸۰۰۰/۲۰)$$

دفعات حمل محصول C    دفعات حمل محصول B    دفعات حمل محصول A

چون محصولات دو مرحله ای می باشند، هر کدام بین دو دپارتمان جابه جا می شوند.

۳۷- هیچ کدام

نحوه استقرار دپارتمان ها به این شرح است:

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| ۱  | ۲  | ۳  | ۴  | ۵  |
| ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۱۵ |

ماتریس مسافت (فاصله) محاسبه می شود:

|   | ۱ | ۲  | ۳  | ۴  | ۵    |
|---|---|----|----|----|------|
| ۱ | - | ۱۵ | ۲۵ | ۴۰ | ۵۷/۵ |
| ۲ |   | -  | ۱۰ | ۲۵ | ۴۲/۵ |
| ۳ |   |    | -  | ۱۵ | ۳۲/۵ |
| ۴ |   |    |    | -  | ۱۷/۵ |
| ۵ |   |    |    |    | -    |

ماتریس جریان  $\times$  ماتریس فاصله = هزینه کل

$$\text{هزینه کل} = ۱۵ \times ۱۲ + ۲۵ \times ۸ + ۲۰ \times ۴۰ + ۱۰ \times ۴ + ۲۵ \times ۶ + ۴۲/۵ \times ۲ + ۱۵ \times ۱۰ + ۳ \times ۱۷/۵ = ۹۲۷۹۷/۵$$



۳۸- هیچ کدام

ماتریس جریان متقابل و ماتریس فاصله هر یک از طرح‌های استقرار را یافته و درهم ضرب می‌کنیم تا هزینه حمل و نقل محاسبه شود.

|   | ۱ | ۲  | ۳  | ۴  |
|---|---|----|----|----|
| ۱ | - | ۱۷ | ۱۲ | ۱۱ |
| ۲ |   | -  | ۱۲ | ۴  |
| ۳ |   |    | -  | ۴  |
| ۴ |   |    |    | -  |

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۱ | ۱ | ۲ |
| ۲ |   | - | ۲ | ۱ |
| ۳ |   |   | - | ۱ |
| ۴ |   |   |   | - |

ماتریس فاصله ۱-۲-۳-۴

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۲ |   | - | ۱ | ۱ |
| ۳ |   |   | - | ۲ |
| ۴ |   |   |   | - |

ماتریس فاصله ۱-۴-۲-۳

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۱ | ۱ | ۲ |
| ۲ |   | - | ۲ | ۱ |
| ۳ |   |   | - | ۱ |
| ۴ |   |   |   | - |

ماتریس فاصله ۳-۱-۲-۳

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۲ |   | - | ۱ | ۱ |
| ۳ |   |   | - | ۲ |
| ۴ |   |   |   | - |

ماتریس فاصله ۴-۲-۳-۱

$$\text{هزینه حمل و نقل} \\ ۱-۲-۳-۴ = ۱ \times ۱۷ + ۱ \times ۱۲ + ۱ \times ۱۱ + ۱ \times ۴ + ۱ \times ۴ = ۵۹$$

$$\text{هزینه حمل و نقل} \\ ۱-۴-۲-۳ = ۲ \times ۱۷ + ۱ \times ۱۲ + ۱ \times ۱۱ + ۱ \times ۴ + ۲ \times ۴ = ۶۹$$

$$\text{هزینه حمل و نقل} \\ ۳-۱-۲-۴ = ۵۹$$

$$\text{هزینه حمل و نقل} \\ ۴-۲-۳-۱ = ۶۹$$

البته محاسبات فوق در شرایطی است که ماتریس حمل و نقل یکه باشد. با این حال گزینه (۳) و (۱) هر دو می‌توانند جواب باشند.

۳۹- گزینه (۱)

دپارتمان‌های همسایه را یافته و معادل رابطه آن امتیاز محاسبه می‌شود و در نهایت کارایی عبارت است از:

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع روابط دپارتمان‌های همسایه}}{\text{مجموع روابط دپارتمان‌های موجود}}$$

| دپارتمان‌های همسایه | (۱ و ۴) | (۱ و ۵) | (۱ و ۷) | (۱ و ۶) | (۴ و ۷) | (۵ و ۶) | (۶ و ۷) | (۷ و ۲) | (۲ و ۶) | (۳ و ۶) | (۲ و ۳) |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| رابطه               | I       | o       | u       | u       | u       | A       | E       | u       | I       | o       | u       |
| امتیاز              | ۲       | ۱       | ۰       | ۰       | ۰       | ۱۰      | ۵       | ۰       | ۲       | ۱       | ۰       |

$$\text{کارایی} = \frac{۲+۱+۰+\dots+۲+۱+۰}{۳۸} = \frac{۲۱}{۳۸} = ۰/۵۵۲۶ = ۵۵/۲۶\%$$

۴۰- گزینه (۳)

۴۱- گزینه ۴)

امتیاز تک تک طرح‌ها محاسبه می‌شود. بر این اساس امتیاز دپارتمان همسایه با هم جمع می‌شود:

(۱و۶)، (۳و۶)، (۴و۱)، (۳و۴)، (۵و۳)، (۲و۴)، (۲و۵): دپارتمان‌های همسایه در (۱)

$$X + U + O + X + O + E + A = 7 \text{ (امتیاز طرح (۱))}$$

(۱و۶)، (۳و۶)، (۵و۱)، (۳و۵)، (۲و۳)، (۴و۵)، (۲و۴): دپارتمان‌های همسایه در (۲)

$$U + E + E + O + O + E + A = 14 \text{ (امتیاز طرح (۲))}$$

(۲و۵)، (۳و۵)، (۴و۲)، (۴و۳)، (۶و۳)، (۱و۴)، (۱و۶): دپارتمان‌های همسایه در (۳)

$$A + O + E + X + U + X + O = 7 \text{ (امتیاز طرح (۳))}$$

(۵و۴)، (۲و۴)، (۳و۵)، (۶و۲)، (۳و۲)، (۱و۳)، (۱و۶): دپارتمان‌های همسایه در (۴)

$$A + I + E + E + O + U + E = 16 \text{ (امتیاز طرح (۴))}$$

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۱)

مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار جریان بین بخش‌های A, C و B, D است. با فرض استقرار خطی باید جای بخش‌ها به گونه‌ای تغییر کند تا بخش‌های A, C و B, D به هم نزدیک شوند.

|   | A | B | C  | D  |
|---|---|---|----|----|
| A |   | ۲ | ۱۰ | ۲  |
| B |   |   | ۸  | ۱۲ |
| C |   |   |    | ۴  |
| D |   |   |    |    |

بنابراین جای دو بخش C, B را با هم عوض می‌کنیم.

|   | A | C | B | D |
|---|---|---|---|---|
| A |   | ۸ | ۱ | ۱ |
| C | ۲ |   | ۶ | ۲ |
| B | ۱ | ۲ |   | ۷ |
| D | ۱ | ۲ | ۵ |   |

برای محاسبه میزان کاهش جریان گشتاور دو طرح را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{طرح اول} \rightarrow [(1+2+2) \times 1 + (8+7) \times 2 + (1) \times 3] + 2[(2+6+1) \times 1 + (5+2) \times 2 + (1) \times 3] = 90$$

$$\text{طرح دوم} \rightarrow [(8+6+7) \times 1 + (1+2) \times 2 + (1) \times 3] + 2[(2+2+5) \times 1 + (1+3) \times 2 + (1) \times 3] = 66$$

$$\text{میزان کاهش جریان} = 90 - 66 = 24$$

۲- هیچ کدام

تنها همسایگی بین بخش A و D ارضا نمی‌شود.

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع جریان بین بخش‌های مجاور}}{\text{کل جریان}} = \frac{۱۵۲ - ۱۰}{۱۵۲} = ۰/۹۳۴۲$$

پاسخ سازمان سنجش گزینه (۱) است. این شاید به دلیل نزدیکی مقدار ۰/۰۶۵۷۸ به ۰/۰۷ باشد تا ۰/۰۶.

$$۱ - ۰/۹۳۴۲ = ۰/۰۶۵۷۸$$

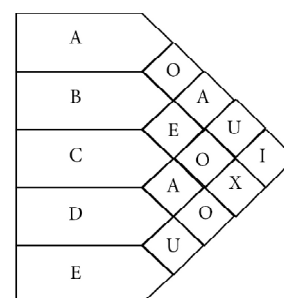
## ۳- گزینه (۲)

با توجه به اینکه دو بخش B و E رابطه X با هم دارند، بنابراین طرح (۴) و (۱) رد می‌شود. برای انتخاب بین دو طرح (۳) و (۲)، امتیاز هر طرح محاسبه می‌شود.

$$A = ۸, E = ۴, I = ۲, O = ۱, U = ۰, X = -۸$$

$$\text{طرح ۲ امتیاز} = ۲ + ۱ + ۱ + ۴ + ۸ = ۱۶$$

$$\text{طرح ۳ امتیاز} = ۲ + ۸ + ۰ + ۴ + ۱ = ۱۵$$



## پاسخ کلیدی سؤالات فصل دوازدهم

| تست | پاسخ     | تست | پاسخ     | تست | پاسخ     |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| ۱   | ۱        | ۱۵  | ۳        | ۲۹  | هیچ کدام |
| ۲   | ۳        | ۱۶  | ۴        | ۳۰  | هیچ کدام |
| ۳   | ۲        | ۱۷  | ۲        | ۳۱  | ۲        |
| ۴   | ۴        | ۱۸  | هیچ کدام | ۳۲  | ۲        |
| ۵   | ۲        | ۱۹  | ۴        | ۳۳  | ۳        |
| ۶   | ۴        | ۲۰  | ۴        | ۳۴  | هیچ کدام |
| ۷   | ۲        | ۲۱  | ۲        | ۳۵  | ۳        |
| ۸   | ۱        | ۲۲  | هیچ کدام | ۳۶  | ۱        |
| ۹   | هیچ کدام | ۲۳  | ۳        | ۳۷  | هیچ کدام |
| ۱۰  | ۴        | ۲۴  | هیچ کدام | ۳۸  | هیچ کدام |
| ۱۱  | ۳        | ۲۵  | ۳        | ۳۹  | ۱        |
| ۱۲  | ۱        | ۲۶  | ۳        | ۴۰  | ۳        |
| ۱۳  | ۳        | ۲۷  | هیچ کدام | ۴۱  | ۴        |
| ۱۴  | ۱        | ۲۸  | ۳        |     |          |



## فصل سیزدهم

### الگوریتم‌های کامپیوتری استقرار

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- الگوریتم‌های کامپیوتری استقرار
- الگوریتم کرافت
- الگوریتم کوفد
- الگوریتم آلدپ
- الگوریتم پلانت
- الگوریتم کورلپ

## انواع الگوریتم‌های کامپیوتری

(۱) سازنده: ALDEP, PLANET و CORELAP.

(۲) بهبوددهنده: CRAFT و COFAD.

### الگوریتم CRAFT (کرافت)

**هدف:** حداقل کردن هزینه حمل و نقل بین بخش‌ها

اطلاعات مورد نیاز: ۱- نمودار از- به، ۲- اطلاعات هزینه حمل و نقل، ۳- استقرار اولیه با مقیاس

**نکته** ← روش کرافت حساسیت زیادی نسبت به استقرار اولیه دارد. مقادیر هزینه‌های حمل و نقل غیرواقعی هستند؛ زیرا هزینه حمل و نقل به صورت تابع خطی از مسافت حمل در نظر گرفته می‌شود که مستقل از هر وسیله حمل نیز می‌باشد.

**نکته** ← در روش کرافت می‌توان محل بخش یا بخش‌هایی را ثابت در نظر گرفت.

**نکته** ← (هزینه حمل یک واحد) (حجم جریان مواد) (مسافت حمل)  $\Sigma$  = تابع هدف  
 در یک واحد مسافت

**نکته** ← در الگوریتم کرافت تنها بخش‌هایی جابه‌جا می‌شوند که هم‌اندازه باشند و یا همسایه و یا به‌طور اشتراک با بخش دیگری همسایه باشند. به همین دلیل این الگوریتم لزوماً جواب بهینه را ارائه نمی‌دهد.

**نکته** ← جابه‌جایی بخش‌های همسایه و هم‌اندازه طوری انجام می‌شود که منجر به هزینه کمتر شود. انتخاب‌های ممکن برای جابه‌جایی بخش‌ها به صورت زیر است:

(۱) جابه‌جایی دو بخش (۲) جابه‌جایی سه بخش (۳) ابتدا جابه‌جایی دو بخش و سپس جابه‌جایی سه بخش  
 (۴) ابتدا جابه‌جایی سه بخش و سپس جابه‌جایی دو بخش (۵) جابه‌جایی دو بخش یا سه بخش (هر کدام بهتر بود).

**نکته** ← تعویض بخش‌ها به گونه‌ای صورت می‌گیرد که بیشترین صرفه‌جویی در هزینه‌ها را دارد.

**نکته** ← الگوریتم کرافت حداکثر می‌تواند ۴۰ دپارتمان را در محوطه‌ای به ابعاد ۳۰ × ۳۰ بپذیرد.

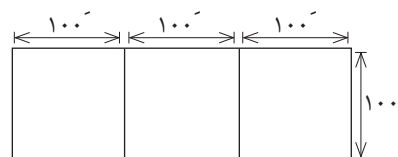
**تست راهنما** با استفاده از استقرار اولیه، ماتریس جریان و ماتریس هزینه داده شده و با استفاده از روش CRAFT با تغییر محل دو بخش B و C تابع هدف چقدر بهبود می‌یابد؟

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A |   | ۱ | ۳ |
| B | ۱ |   | ۳ |
| C | ۴ | ۲ |   |

ماتریس جریان

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A |   | ۱ | ۱ |
| B | ۱ |   | ۱ |
| C | ۱ | ۱ |   |

ماتریس هزینه



(۴) بهبودی حاصل نمی‌شود.

(۳) ۱۶۰۰

(۲) ۵۰۰

(۱) ۳۰۰

(سراسری ۷۸)

### پاسخ تشریحی (گزینه ۲)

ماتریس فاصله در حالت فعلی و در حالت جابه‌جایی B و C (بهبود یافته) محاسبه می‌شود؛ یعنی:

|   | A   | B   | C   |
|---|-----|-----|-----|
| A | -   | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| B | ۱۰۰ | -   | ۱۰۰ |
| C | ۲۰۰ | ۱۰۰ | -   |

ماتریس فاصله استقرار فعلی

|   | A   | B   | C   |
|---|-----|-----|-----|
| A | -   | ۲۰۰ | ۱۰۰ |
| B | ۲۰۰ | -   | ۱۰۰ |
| C | ۱۰۰ | ۱۰۰ | -   |

ماتریس فاصله استقرار جدید

هزینه = جریان × فاصله = هزینه کل

← نکته با جابه‌جایی دو بخش فقط ماتریس فاصله تغییر می‌کند.

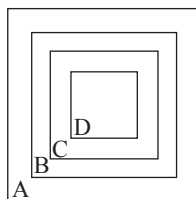
هزینه کل در حالت استقرار فعلی - هزینه کل در حالت استقرار جدید = میزان بهبود

|               |   |      |     |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
|---------------|---|------|-----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
|               | A | B    | C   |      | A | B | C |   | A | B | C |   |   |   |       |
|               | A | -    | ۱۰۰ | -۱۰۰ |   | A | - | ۱ | ۳ |   | A | - | ۱ | ۱ |       |
| میزان بهبود = | B | ۱۰۰  | -   | ۰    | × | B | ۱ | - | ۳ | × | B | ۱ | - | ۱ | = ۵۰۰ |
|               | C | -۱۰۰ | ۰   | -    |   | C | ۳ | ۳ | - |   | C | ۱ | ۱ | - |       |

### تست راهنما

استقرار زیر یک استقرار غیرمنطقی است که توسط الگوریتم CRAFT ارایه شده است. اگر تعداد جریان مواد بین واحدهای مختلف A، B، C و D در روز به‌صورت جدول زیر باشد و هزینه حمل هر واحد در واحد مسافت برای تمام مسیرها یکسان و برابر ۲۰ تومان باشد، هزینه کل حمل و نقل روزانه مربوط به این استقرار چند تومان است؟

|   |   |    |    |    |
|---|---|----|----|----|
|   | A | B  | C  | D  |
| A | - | ۲۰ | ۵  | ۲  |
| B |   | -  | ۱۰ | ۶  |
| C |   |    | -  | ۱۲ |
| D |   |    |    | -  |



- (۱) ۱۸۰۰  
(۲) ۳۶۵۰  
(۳) ۶۵۰۰  
(۴) صفر

(سراسری ۸۰)

### پاسخ تشریحی

مراکز ثقل تمام بخش، مرکز بخش D است بنابراین فاصله بین بخش‌ها صفر است؛ زیرا فاصله بخش‌ها به‌صورت پله‌ای بین مراکز آن‌ها لحاظ می‌شود و با توجه به تابع هدف روش کرافت، هزینه کل حمل و نقل صفر است.

### تست راهنما

از برنامه کامپیوتری CRAFT جهت بهبود استقرار اولیه چهار دپارتمان A، B، C و D استفاده شده است. ماتریس تواتر جریان مواد بین دپارتمان‌ها، ماتریس مسافت طرح استقرار اولیه و ماتریس مسافت طرح استقرار بهبود یافته به‌صورت زیر ارایه شده است. اگر چنانچه برنامه CRAFT جابه‌جایی دپارتمان‌های A و C را جهت بهبود انجام دهد، کدام گزینه کاهش حمل و نقل واقعی را نشان می‌دهد؟

|   |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|
|   | A  | B  | C  | D  |
| A | -  | ۳  | ۶  | ۱۹ |
| B | ۳  | -  | ۱۶ | ۵  |
| C | ۶  | ۱۶ | -  | ۰  |
| D | ۱۹ | ۵  | ۰  | -  |

ماتریس جریان مواد

|   |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|
|   | A  | B  | C  | D  |
| A | -  | ۲۵ | ۲۰ | ۴۵ |
| B | ۲۵ | -  | ۳۵ | ۲۰ |
| C | ۲۰ | ۳۵ | -  | ۲۵ |
| D | ۴۵ | ۲۰ | ۲۵ | -  |

ماتریس مسافت  
در طرح استقرار اولیه

|   |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
|   | A    | B    | C    | D    |
| A | -    | ۱۵   | ۱۷/۵ | ۳۵   |
| B | ۱۵   | -    | ۳۲/۵ | ۲۰   |
| C | ۱۷/۵ | ۳۲/۵ | -    | ۳۲/۵ |
| D | ۳۵   | ۲۰   | ۳۲/۵ | -    |

ماتریس مسافت  
در طرح استقرار بهبود یافته

(۴) ۵۵۰

(۳) ۵۳۰

(۲) ۵۱۰

(۱) ۴۰۰

(سراسری ۸۰)

### پاسخ تشریحی

هدف محاسبه تفاوت تابع هدف حالت بهبود یافته و حالت اولیه است، یعنی:  $\Delta Z = Z_p - Z_o$   
 ضرب ماتریس‌ها در روش کرافت به‌صورت جزیه‌جزیه است:  $\Delta Z = I \times D_p - I \times D_o = I \times (D_p - D_o)$   
 در آن I، ماتریس جریان و  $D_o$  و  $D_p$  ماتریس‌های مسافت به‌ترتیب در حالت اولیه و بهبود یافته می‌باشند.

$$\Delta Z = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 6 & 19 \\ 3 & 0 & 16 & 5 \\ 6 & 16 & 0 & 0 \\ 19 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 & -10 & -2/5 & -10 \\ -10 & 0 & -2/5 & 0 \\ -2/5 & -2/5 & 0 & 7/5 \\ -10 & 0 & 7/5 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= -2 \times (10 \times 3 + 6 \times 2/5 + 19 \times 10 + 16 \times 2/5) = -550$$

منفی بودن، کاهش هزینه را نشان می‌دهد.

← **نکته** اگر دو بخش قرار باشد در کنار هم قرار گیرند، می‌توان لزوماً آن‌ها را یک بخش در نظر گرفت.

### الگوریتم COFAD (کوفد)

الگوریتم کوفد از الگوریتم کرافت تکامل یافته‌تر می‌باشد، به‌طوری که هزینه‌های حمل و نقل را به شکل واقع‌بینانه‌تری در نظر می‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز:

- ۱- استقرار اولیه
  - ۲- جداول از- به متناظر با وسایل حمل و نقل
  - ۳- اطلاعات هزینه‌ای وسایل حمل و نقل
  - ۴- وسایل حمل و نقل
- روش کوفد توانایی لحاظ کردن شش وسیله حمل و نقل و همچنین توانایی انجام آنالیز حساسیت برای سیستم حمل و نقل را دارد.
- ← **نکته** مراحل انجام الگوریتم کوفد به شرح زیر است:
- ۱- دریافت یک طرح استقرار اولیه و بهبود آن به کمک کرافت
  - ۲- محاسبات مربوط به هزینه‌هایی و انتخاب سیستم حمل و نقل با کمترین هزینه
  - ۳- محاسبه هزینه‌های حمل و نقل هر حرکت و هر وسیله
  - ۴- تکرار مراحل بالا تا رسیدن به شرایط بهینگی نسبی

### الگوریتم PLANET (پلانت)

**هدف:** حداقل کردن هزینه و حداکثر کردن ارتباطات  
**اطلاعات مورد نیاز:**

- ۱- اطلاعات مربوط به جریان مواد
- ۲- شرح بخش‌ها (اسم/ کد/ مساحت/ اولویت و ...)

### دستورالعمل روش

- ۱- تبدیل اطلاعات مربوط به جریان مواد به اطلاعات قابل استفاده الگوریتم پلانت
  - ۲- انتخاب بخش‌ها برای ورود به استقرار (روش‌های A و B و C)
  - ۳- استقرار بخش‌ها
- روش A:**
- انتخاب اولین زوج بخش از بخش‌های با حداکثر اولویت که بالاترین میزان هزینه جریان را دارد.
  - انتخاب بخش‌های بعدی از بین بخش‌های انتخاب نشده که حداکثر اولویت را داشته و بیشترین مقدار هزینه جریان را با یکی از بخش‌های انتخاب شده در قبل داراست.
- روش B:**
- انتخاب اولین زوج بخش از بین بخش‌های با حداکثر اولویت که بالاترین میزان هزینه جریان را دارد.
  - انتخاب بخش‌های بعدی از بین بخش‌های انتخاب نشده که دارای حداکثر اولویت بوده و بیشترین مقدار جمع هزینه جریان را با بخش‌های انتخاب شده قبلی دارا می‌باشد.
- روش C:**
- انتخاب اولین بخش با حداکثر اولویت که بالاترین میزان حاصل جمع هزینه جریان را با سایر بخش‌ها داراست.
  - بخش‌های بعدی از میان بخش‌های انتخاب نشده با حداکثر اولویت و بیشترین مقدار حاصل جمع هزینه جریان با سایر بخش‌ها را داراست.
- ← **نکته** بخش یا بخش‌هایی که ابتدا انتخاب شده‌اند، در مرکز استقرار قرار می‌گیرند و هر بخش جدید طوری مستقر می‌شود که هزینه حمل و نقل حداقل شود.
- ← **نکته** در الگوریتم پلانت، محل بعضی بخش‌ها را می‌توان ثابت در نظر گرفت. بین برنامه و استفاده‌کننده (کاربر) ارتباط متقابل وجود دارد.



← نکته پلانت توانایی ارزیابی استقرارهای مختلف را ندارد، اما انعطاف‌پذیری آن نسبت به سایر الگوریتم‌ها بیشتر است.

← نکته پلانت شکل استقرار را ناجور می‌دهد و نیاز به تعدیلات دارد.

### تست راهنما

یک واحد صنعتی شامل ۵ بخش A, B, C, D و E می‌باشد. جدول زیر میزان جریان مواد بین ۵ بخش را روزانه نشان می‌دهد.

براساس الگوریتم PLANET کدام سه دپارتمان اول انتخاب و استقرار داده می‌شوند؟

| به<br>از | A  | B | C  | D  | E  |
|----------|----|---|----|----|----|
| A        | -  | ۸ | ۲۰ | ۸  | ۱۰ |
| B        | ۲  | - | ۹  | ۸  | ۱۰ |
| C        | ۱۶ | ۰ | -  | ۱۲ | ۴  |
| D        | ۱۰ | ۲ | ۰  | -  | ۰  |
| E        | ۱۰ | ۵ | ۶  | ۵  | -  |

(۱) A و C و E

(۲) A و D و E

(۳) C و D و E

(۴) A و B و C

(سراسری ۸۰)

### پاسخ تشریحی

گزینه (۱)

ابتدا جدول هزینه جریان بین بخش‌های مختلف را مقارن می‌کنیم:

|   | A | B  | C  | D  | E  |
|---|---|----|----|----|----|
| A | - | ۱۰ | ۳۶ | ۱۸ | ۲۰ |
| B |   | -  | ۹  | ۱۰ | ۱۵ |
| C |   |    | -  | ۱۲ | ۱۰ |
| D |   |    |    | -  | ۵  |
| E |   |    |    |    | -  |

براساس روش‌های A و B پلانت، دو بخش A و C که بیشترین مقدار هزینه جریان یعنی ۳۶ را دارند؛ انتخاب می‌شوند اما بخش سوم بر اساس:

**روش A:** E انتخاب می‌شود، زیرا بالاترین مقدار هزینه-جریان را با A دارد. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

**روش B:** برای دپارتمان استقرار نیافته میزان جمع هزینه جریان را با بخش‌های A و C محاسبه می‌کنیم:

$$B \rightarrow 10 + 9 = 19$$

$$D \rightarrow 18 + 12 = 30$$

$$E \rightarrow 20 + 10 = 30$$

پس می‌توان یکی از بخش‌های D و E را به عنوان بخش سوم انتخاب کرد. بر این اساس گزینه (۱) صحیح است.

**روش C:** جمع هزینه-جریان را برای تمامی بخش‌ها محاسبه می‌کنیم، یعنی:

| بخش         | A  | B  | C  | D  | E  |
|-------------|----|----|----|----|----|
| هزینه-جریان | ۸۴ | ۴۴ | ۶۷ | ۴۵ | ۵۰ |

بر این اساس ابتدا بخش‌های A, C, E, D و B به ترتیب انتخاب می‌شوند. بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

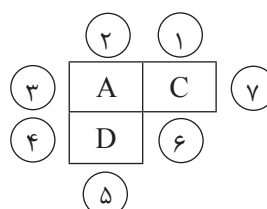
### تست راهنما

جدول زیر رابطه جریان را بین ۵ دپارتمان نشان می‌دهد. اگر مساحت هر دپارتمان یک واحد باشد و اگر قرار باشد دپارتمان B

به عنوان دپارتمان چهارم در طرح، استقرار یابد، بر طبق الگوریتم PLANET محل استقرار آن در کدام موقعیت نامزد خواهد بود و هزینه حمل

و نقل بین سایر دپارتمان و این دپارتمان چقدر است؟

|   | A | B | C  | D  | E |
|---|---|---|----|----|---|
| A | - | ۰ | ۳۶ | ۱۸ | ۰ |
| B |   | - | ۹  | ۱۰ | ۰ |
| C |   |   | -  | ۱۲ | ۸ |
| D |   |   |    | -  | ۵ |
| E |   |   |    |    | - |



(۱) موقعیت ۷ و ۱۷

(۲) موقعیت ۵ و ۲۱

(۳) موقعیت ۶ و ۱۹

(۴) موقعیت ۶ و ۲۷

(سراسری ۷۸)

برای استقرار B موقعیت‌های ۵، ۶ و ۷ را ارزیابی می‌کنیم:

|     | ۵  | ۶  | ۷  | جریان B |
|-----|----|----|----|---------|
| A   | ۲  | ۲  | ۲  | ۰       |
| C   | ۳  | ۱  | ۱  | ۹       |
| D   | ۱  | ۱  | ۳  | ۱۰      |
| جمع | ۳۷ | ۱۹ | ۳۹ | -       |

در این جدول، اعداد قرار گرفته در زیر موقعیت‌ها، فاصله آن موقعیت تا هر یک از دپارتمان A، C و D را تعیین می‌کند. بر این اساس موقعیت ۶ با مقدار ۱۹ انتخاب می‌شود که کمترین مقدار است.

### الگوریتم CORELAP (کورلپ)

**هدف:** حداکثر کردن ارتباط یا درجه نزدیکی بخش‌ها

**اطلاعات مورد نیاز:**

۲- مساحت مورد نیاز بخش‌ها

۱- نمودار ارتباطات

**نکته** ← الگوریتم کورلپ براساس روش سیستماتیک جانمایی (SLP) بنا شده است که توسط لی و مور ارایه و توسعه یافته است.

**نکته** ← مقیاس طرح خروجی و نسبت طول و عرض را نیز می‌توان به الگوریتم کورلپ داد.

### مراحل الگوریتم

۱- محاسبه نرخ (ضریب) نزدیکی کل برای هر بخش (TCR)

$TCR = \Sigma$  (ارزش‌های عددی یک بخش با سایر بخش‌ها)

$A = ۶, E = ۵, I = ۴, O = ۳, U = ۲, X = ۱$

۲- قرار دادن بخش با بیشترین TCR در مرکز استقرار:

در صورتی که دو بخش TCR یکسانی داشته باشند، آنکه مساحت بزرگ‌تری دارد، انتخاب می‌شود و اگر مساحت‌ها هم برابر باشند، بخشی که از نظر نام الفبایی کوچک‌تر است، انتخاب می‌شود.

۳- بخش دوم جهت استقرار، بخشی است که بیشترین درجه نزدیکی را با بخش اول دارد.

در صورتی که چند بخش نامزد شوند، بخشی که TCR بیشتری دارد، انتخاب می‌شود. در صورت تساوی TCRها، بخشی انتخاب می‌گردد که مساحت بزرگ‌تری دارد و در صورت تساوی مساحت‌ها، بخشی که از لحاظ حروف الفبایی جلوتر است، انتخاب می‌شود.

۴- انتخاب بخش‌های سوم به بعد به این شکل صورت می‌گیرد:

از بین بخش‌های باقیمانده، بخشی که با بخش اول رابطه A دارد، انتخاب می‌شود و گرنه بخشی انتخاب می‌شود که با بخش دوم رابطه A دارد. در غیر این صورت به سراغ درجات پایین‌تر E، I، O و U می‌رویم و سایر بخش‌ها را نیز به این ترتیب مستقر می‌کنیم. در صورتی که چند بخش نامزد شود، بخشی که TCR بزرگ‌تری دارد، انتخاب می‌شود.

۵- نحوه استقرار بخش‌ها:

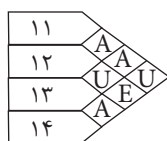
مبنای تعیین محل هر بخش در بین محل‌های گوناگون موجود، نرخ محل است. نرخ محل در واقع حاصل جمع نرخ نزدیکی بخش مورد نظر با بخش‌های همسایه است. هر بخش جدید در جایی استقرار می‌یابد که نرخ محل آن ماکزیمم باشد. در صورت تساوی نرخ محل دو نقطه، مبنای انتخاب محل، طول مرز مشترک بخش جدید با بخش‌های موجود است.

**نکته** ← امتیاز (معیار) طرح استقرار کورلپ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

(حاصل ضرب کوچک‌ترین فاصله بین مرزهای مشترک دپارتمانی در وزن رابطه بین دپارتمان‌ها)  $\Sigma$  = معیار فاصله بین بخش‌های مجاور صفر است.

## تست راهنما

امتیاز یا نمره استقرار زیر با روش CORELAP چقدر است؟



- (۱) ۴  
(۲) ۶  
(۳) ۱۱  
(۴) ۱۸

(سراسری ۷۸)

## پاسخ تشریحی

گزینه (۲)

$$A=۶, E=۵, I=۴, O=۳, U=۲, X=۱$$

| زوج بخش  | ارتباط | فاصله | حاصلضرب          |
|----------|--------|-------|------------------|
| ۱۱-۱۲    | $A=۶$  | ۰     | $۰ \times ۶ = ۰$ |
| ۱۱-۱۳    | $A=۶$  | ۰     | ۰                |
| ۱۱-۱۴    | $U=۲$  | ۰     | ۰                |
| ۱۲-۱۳    | $U=۲$  | ۰     | ۰                |
| ۱۲-۱۴    | $E=۵$  | ۰     | ۰                |
| ۱۳-۱۴    | $A=۶$  | ۱     | ۶                |
| حاصل جمع |        |       | ۶                |

## تست راهنما

چنانچه نمودار رابطه فعالیت‌های ۵ دپارتمان به شرح زیر باشد و امتیاز درجات نزدیکی  $A=۶, E=۵, I=۴, O=۳$ . $U=۲$  و  $X=۱$  در نظر گرفته شود.

در این صورت براساس الگوریتم کورلپ، کدام دپارتمان به عنوان دپارتمان شروع در نظر گرفته می‌شود؟

|   | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| A | - | A | U | E | U |
| B |   | - | O | A | I |
| C |   |   | - | E | U |
| D |   |   |   | - | X |
| E |   |   |   |   | - |

- (۱) A  
(۲) B  
(۳) C  
(۴) D

(سراسری ۸۸)

## پاسخ تشریحی

گزینه (۲)

مقدار TCR را برای ۵ دپارتمان حساب می‌کنیم:

$$TCR_{(A)} = A + U + E + U = ۱۵$$

$$TCR_{(D)} = X + E + A + E = ۱۷$$

$$TCR_{(B)} = O + A + I + A = ۱۹$$

$$TCR_{(E)} = U + I + U + X = ۹$$

$$TCR_{(C)} = E + U + U + O = ۱۲$$

بنابراین دپارتمان B با بیشترین TCR انتخاب می‌شود.

## تست راهنما

با توجه به جدول رابطه فعالیت‌ها، در طرح چیدمان زیر، بخش X کدام بخش می‌باشد؟ (فرض کنید بخش X قبل از بخش ۴

و بخش ۵ استقرار پیدا کرده باشد).

- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۶

|   | ၁ | ၂ | ၃ | ၄ | ၅ | ၆ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ၁ |   | A | I | E | I | U |
| ၂ |   |   | A | I | E | I |
| ၃ |   |   |   | U | A | U |
| ၄ |   |   |   |   | U | I |
| ၅ |   |   |   |   |   | A |
| ၆ |   |   |   |   |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   |   |
|   | X | ۴ |
| ۵ |   |   |

(سراسری ۸۵)

**پاسخ تشریحی** (گزینہ ۲)

چون بخش X در مرکز طرح قرار گرفته است و قبل از بخش‌های ۴ و ۵ مستقر شده است، بخشی را انتخاب می‌کنیم که بیشترین درجه نزدیکی را با سایر بخش‌ها داشته باشد.

$$\text{TCR}_{(t)} = A + I + E + I + U = 21$$

$$\text{TCR}_{(y)} = A + I + E + I + A = 25$$

$$\text{TCR}_{(r)} = U + A + U + I + A = 2.$$

$$\text{TCR}_{(\xi)} = U + I + U + I + A = 16$$

بنابر این بخش ۲ با بیشترین TCR انتخاب می‌شود.

## الگوریتم ALDEP (آلدپ)

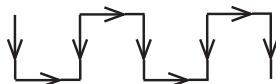
**هدف:** حداکثر کردن ارتباط و درجه نزدیکی بخش‌هاست. این الگوریتم تا ۶۳ بخش و ۳ طبقه را می‌تواند بپذیرد.

**اطلاعات ورودی:**

- (۱) طول/عرض/مساحت هر طبقه و مقیاس طرح
- (۲) جدول رابطه بین بخش‌ها
- (۳) تعداد طرح‌هایی که باید تولید شود.
- (۴) حداقل درجه نزدیکی که بخش‌ها براساس آن انتخاب می‌شوند.
- (۵) حداقل امتیاز برای قبول طرح
- (۶) عرض نواری که بخش‌ها بر آن اساس چیده می‌شوند.
- (۷) محل و اندازه بخش‌هایی که باید ثابت بمانند.

**نکته** ← برای ارزیابی طرح استقرار آلدپ، ارتباط بخش‌های مجاور برحسب وزن‌های خاص آن‌ها جمع می‌شود و دو برابر آن به‌عنوان امتیاز طرح‌ها لحاظ می‌شود.

آلدپ، چیدمان را از گوشه شمال غربی شروع و سپس این کار را به صورت زیگزاگ ادامه می‌دهد تا کلیه بخش‌ها در طرح جای گیرند.



نکته: آلدپ نسبت به کورلپ استفاده موثرتری از دیاکرام رابطه فعالیت‌ها می‌کند و نقشه مناسب‌تری ارائه می‌نماید.

الگوریتم آلدپ توانایی تولید استقرارهای مختلف را دارد و سرعت ارزیابی آن بالا می‌باشد.

**نکته** اولین بخش در آلدپ به صورت تصادفی تولید می‌شود و بخش دوم، بخشی است که با بخش قبلی رابطه‌ای بزرگ‌تر یا مساوی حداقل درجه نزدیکی داشته باشد و این عمل تا استقرار تمامی بخش‌ها ادامه می‌یابد. در صورتی که بیش از یک بخش نامزد شوند، به صورت تصادفی یکی انتخاب می‌گردد.

**نکته** باید توجه کرد که بخش مبنا، آخرین بخش انتخاب شده است، یعنی برای انتخاب بخش سوم، ابتدا روابط آن با بخش دوم بررسی می‌شود و سپس بخش اول.

## تست راهنما

اگر جدول زیر، جدول رابطه فعالیت‌ها بین بخش‌های مختلف یک واحد صنعتی را نشان دهد و بر طبق الگوریتم، اولین دپارتمان

برای استقرار دپارتمان ۲ باشد، دو دپارتمان بعدی استقرار براساس الگوریتم ALDEP کدامین خواهد بود؟

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | E | I | I | I | O |
| ۲ |   | - | A | E | I | O |
| ۳ |   |   | - | E | A | I |
| ۴ |   |   |   | - | T | U |
| ۵ |   |   |   |   | - | I |
| ۶ |   |   |   |   |   | - |

(۱)  $1 \rightarrow 4$ (۲)  $3 \rightarrow 4$ (۳)  $3 \rightarrow 5$ (۴)  $4 \rightarrow 3$ 

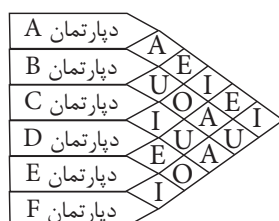
(سراسری ۸۸)

## پاسخ تشریحی

با توجه به نکته بالا، دپارتمان ۲ بیشترین رابطه با دپارتمان ۳ و دپارتمان ۵ بیشترین رابطه با دپارتمان ۳ دارد.

## تست راهنما

براساس الگوریتم ALDEP نمره طرح داده شده چه مقدار است؟ (نمودار ارتباط دپارتمان‌ها و امتیاز هر نوع نزدیکی مشخص



|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| A دپارتمان | C دپارتمان | F دپارتمان |
| D دپارتمان | E دپارتمان | B دپارتمان |

شده است).

(۱) ۲۸۸

(۲) ۳۲۸

(۳) ۳۴۴

(۴) ۳۶۴

$A = ۶۴$  ,  $E = ۱۶$  ,  $I = ۴$  ,  $O = ۱$  ,  $U = ۰$

(سراسری ۷۸)

## پاسخ تشریحی

$R_{ij}$ ، رابطه بین دو بخش مجاور  $i$  و  $j$  در نظر می‌گیریم:

$$\begin{aligned} \text{نمره اولیه} &= R_{AC} + R_{AD} + R_{DE} + R_{EB} + R_{EC} + R_{CF} + R_{FB} = E + I + E + A + U + A + U \\ &= ۱۶ \times ۲ + ۴ + ۲ \times ۰ + ۲ \times ۶۴ = ۱۶۴ \end{aligned}$$

در آلدپ ارتباط بین دو بخش با معکوس آن یکسان فرض نمی‌شود. بنابراین باید نمره طرح، دو برابر نمره اولیه در نظر گرفته شود، یعنی:

$$\text{نمره طرح} = ۲ \times ۱۶۴ = ۳۲۸$$

## تست های طبقه بندی شده فصل سیزدهم

### تست های آزمون دانشگاه سراسری

۱- چنانچه در الگوریتم پلانت، مقدار تقریبی حمل و نقل با مقدار واقعی آن که پس از استقرار دپارتمان محاسبه می شود برابر باشد، آن گاه:

(۱) الگوریتم پلانت با واقعیت کاملاً تطبیق دارد.

(۲) اندازه تقریبی دپارتمانی که به کامپیوتر داده شده با اندازه واقعی آن برابر است.

(۳) شکل دپارتمان مربع است.

(۴) مساحت دپارتمان مساوی یک حرف (کاراکتر) است.

(سراسری ۶۹)

۲- چنانچه در الگوریتم کرافت مقدار تقریبی صرفه جویی که قبل از جابه جایی دپارتمان ها محاسبه می شود با مقدار دقیقی آنکه پس از جابه جایی دپارتمان ها محاسبه می گردد متفاوت باشد، آن گاه:

(۱) شکل این دو دپارتمان متفاوت است، ولی اندازه آن ها مساوی است.

(۲) اندازه این دو دپارتمان متفاوت است.

(۳) این دو دپارتمان همسایه نیستند.

(۴) تفاوت این دو مقدار ناشی از خطای محاسبات است.

(سراسری ۶۹)

۳- در طراحی استقرار به روش های کامپیوتری الگوریتم ALDEP نسبت به الگوریتم CORELAP مزیت زیر را داراست؟

(۱) شکل دپارتمان ها بهتر طراحی می شود.

(۲) تعداد طرح های تولید شده خیلی بیشتر است.

(۳) از چارت رابطه فعالیت ها بهره گیری موثرتری انجام می شود.

(۴) عوامل تصادفی کمتر در تولید طرح موثر است.

(سراسری ۷۳)

۴- کدام یک از الگوریتم های کامپیوتری و روش های دستی استقرار زیر از نظر ورودی و استقرار شباهت بیشتری به هم دارند؟

(۱) الگوریتم آلدپ با روش ماریچی

(۲) الگوریتم کرافت با روش جدول بندی سفر

(۳) الگوریتم کوفد با روش خط مستقیم

(۴) الگوریتم پلانت با روش الگویی

(سراسری ۷۴ و با اندکی تغییر آزاد ۸۷)

۵- کدام یک از گزینه های زیر اطلاعات ورودی برنامه کامپیوتری «آلدپ» را تشکیل نمی دهد؟

(۱) حداکثر یا مقدار مشخص نسبت طول به عرض طرح

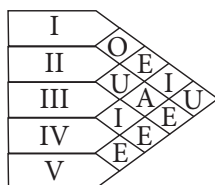
(۲) جدول رابطه بین بخش ها

(۳) تعداد طرح هایی که باید تولید شود.

(۴) محل و اندازه بخش هایی که باید ثابت بمانند.

(سراسری ۷۴ و با اندکی تغییر آزاد ۸۱)

۶- چارت رابطه فعالیت ها برای پنج دپارتمان به شرح زیر داده شده است:



$$A = 6, E = 5, I = 4, O = 3, U = 2, X = 1$$

با توجه به مقادیر کمی درجات، در صورتی که مساحت هر پنج دپارتمان یکسان باشد، بهتر است کدام دپارتمان در مرکز طرح استقرار قرار گیرد تا براساس آن جانمایی سایر دپارتمان ها مشخص شود؟

(۱) دپارتمان I (۲) دپارتمان III (۳) دپارتمان IV (۴) دپارتمان V

(سراسری ۷۴)

۷- در الگوریتم CRAFT هنگامی مقدار تخمین کاهش هزینه ناشی از جابه جایی بخش ها با مقدار واقعی کاهش هزینه ها برابر می شود که:

(۱) دو بخش مربعی شکل باشد.

(۲) دو بخش دارای رمز مشترک باشد.

(۳) دو بخش مساحت های مساوی داشته باشد.

(۴) هزینه حمل و نقل هر واحد بار به ازای هر واحد مسافت بین کلیه بخش ها برابر یک باشد.

(سراسری ۷۵)

۸- کدام یک از جملات زیر در رابطه با روش کامپیوتری CRAFT صحیح است؟

(۱) کیفیت جواب نهایی روش CRAFT، بستگی به کیفیت جواب اولیه دارد.

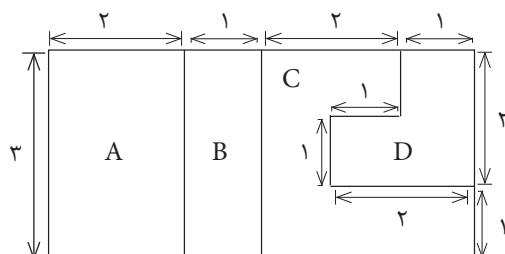
(۲) روش CRAFT جواب بهینه جهانی را می‌دهد. (Global optimum)

(۳) روش CRAFT قابلیت تعویض بیش از ۲ بخش را ندارد.

(۴) در روش CRAFT، اولین تخمینی که باعث کاهش هزینه شود، قبول می‌گردد.

(سراسری ۷۶)

۹- می‌خواهیم استقرار زیر را با الگوریتم CRAFT بهبود دهیم، اگر فقط جابه‌جایی‌های دوتایی مدنظر باشد، جابه‌جایی‌های ممکن عبارت است از:



(۱) (A و B) - (C و D)

(۲) (A و B) - (A و B) - (B و A) - (C و D)

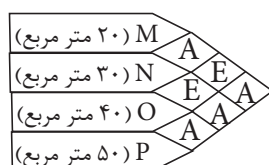
(۳) (A و C) - (A و B) - (B و C) - (B و D) - (C و D)

(۴) (A و C) - (B و D)

(سراسری ۷۶)

۱۰- نمودار ارتباطات و مسافت چهار بخش M و N و O و P به شرح زیر است:

در صورتی که استقرار بخش‌ها توسط الگوریتم CORELAP انجام شود، اولین و دومین بخش در طرح به ترتیب، کدام یک از دو بخش زیرند؟



(۱) بخش P اولین بخش و بخش M دومین بخش خواهد بود.

(۲) بخش P اولین بخش و یکی از دو بخش N و O دومین بخش‌اند.

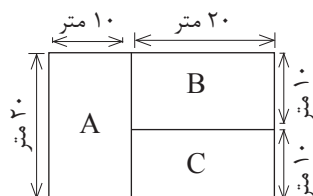
(۳) بخش P اولین بخش و بخش N دومین بخش خواهد بود.

(۴) بخش M اولین بخش و هر یک از بخش‌های N و O که TCR بیشتری داشته باشد، بخش دوم خواهد بود.

(سراسری ۷۷ و با اندکی تغییر آزاد ۸۱ و آزاد ۸۷)

۱۱- اگر استقرار زیر، استقرار اولیه باشد که به الگوریتم CRAFT داده می‌شود و جدول زیر جریان مواد بین سه دپارتمان را نشان دهد، کدام دو دپارتمان در تکرار اول جایشان عوض می‌شود؟ (فرض کنید هزینه هر واحد فاصله برای تمام مسیرها یکسان باشد).

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A | - | ۴ | ۶ |
| B | ۴ | - | ۵ |
| C | ۶ | ۵ | - |



(۱) A و B

(۲) A و C

(۳) B و C

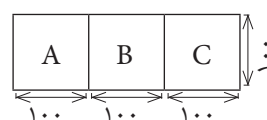
(۴) جابه‌جایی انجام نمی‌شود.

(سراسری ۷۸)

۱۲- با استفاده از استقرار اولیه، ماتریس جریان و ماتریس هزینه داده شده و با استفاده از روش CRAFT با تغییر محل دو بخش B و C، تابع هدف چقدر بهبود می‌یابد؟

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A | - | ۱ | ۳ |
| B | ۱ | - | ۳ |
| C | ۴ | ۲ | - |

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A | - | ۱ | ۱ |
| B | ۱ | - | ۱ |
| C | ۱ | ۱ | - |



(۱) ۳۰۰

(۲) ۵۰۰

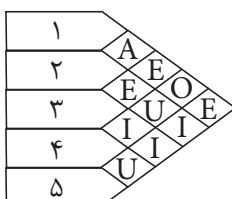
(۳) ۱۶۰۰

(۴) بهبودی حاصل نمی‌شود.

(سراسری ۷۸)

۱۳- اگر جدول رابطه فعالیت‌ها مربوط به چند فعالیت به صورت زیر باشد، بر طبق الگوریتم CORELAP، کدام دو دپارتمان ابتدا

استقرار داده می‌شوند؟



(۱) ۱ و ۲

(۲) ۱ و ۳

(۳) ۱ و ۴

(۴) ۲ و ۳

(سراسری ۷۹)

۱۴- اگر جدول زیر نشان‌دهنده جریان بین دپارتمان‌های مختلف باشد، بر طبق الگوریتم PLANET کدام دو دپارتمان ابتدا در layout استقرار داده می‌شود؟

|   | A | B  | C  | D | E  |
|---|---|----|----|---|----|
| A | - | ۱۰ | ۱۵ | ۸ | ۶  |
| B | ۰ | -  | ۰  | ۴ | ۱۰ |
| C | ۴ | ۰  | -  | ۵ | ۲۰ |
| D | ۸ | ۶  | ۵  | - | ۲  |
| E | ۴ | ۱۰ | ۱۰ | ۰ | -  |

(۱) A و E

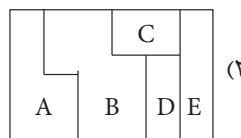
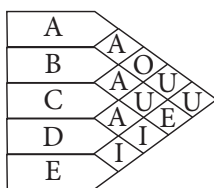
(۲) C و D

(۳) B و E

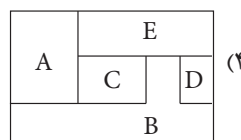
(۴) C و E

(سراسری ۷۹)

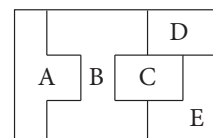
۱۵- جدول زیر ارتباط فعالیت‌های ۵ واحد را با یکدیگر نشان می‌دهد، کدام یک از استقرارهای زیر براساس روش ALDE ارایه شده است؟



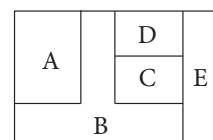
(۲)



(۴)



(۱)



(۳)

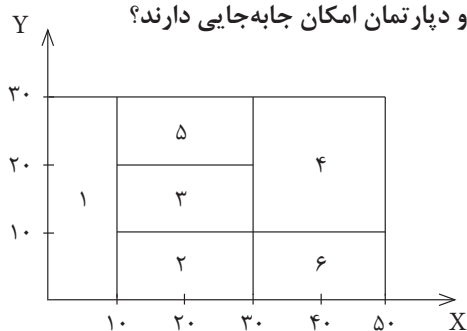
(سراسری ۷۹)

۱۶- کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص روش کرافت صحیح است؟

- (۱) استفاده از مدل کاهش هزینه کرافت می‌تواند به تغییر ابعاد ساختمانی که بخش‌ها در آن استقرار یافته‌اند نیز بینجامد.
- (۲) با توجه به اینکه از تمام جابه‌جایی‌های دو به دو ممکن، بهترین جابه‌جایی انتخاب می‌شود، بنابراین استقرار نهایی به‌دست آمده مستقل از جابه‌جایی اولیه ورودی به برنامه بوده و بهترین انتخاب است.
- (۳) در روش کرافت میزان جابه‌جایی مواد بین فعالیت‌ها، هزینه جابه‌جایی برای واحد محصول بین هر دو فعالیت و فاصله بین بخش‌ها به‌صورت داده‌های ورودی به برنامه اولیه وارد شده و در طول انجام برنامه تغییر نمی‌کنند.
- (۴) با توجه به اینکه تصمیم به جابه‌جایی دو بخش یا دو فعالیت قبل از محاسبه فاصله واقعی این بخش‌ها در صورت جابه‌جایی آن‌ها انجام می‌پذیرد، بنابراین ممکن است برخی از طرح‌های استقرار که می‌توانند منجر به کاهش هزینه شوند، حذف گردند.

(سراسری ۸۰)

۱۷- شکل زیر، استقرار اولیه ۶ دپارتمان است که به عنوان ورودی به الگوریتم CRAFT داده می‌شود. اگر دپارتمان‌های ۵، ۳ و ۲ در محل ثابت (fix) شده باشد و تعویض‌ها جفتی انجام پذیرد، کدام دو دپارتمان امکان جابه‌جایی دارند؟



(۱) (۴ و ۶)

(۲) (۴ و ۱)

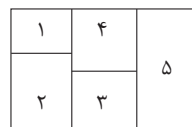
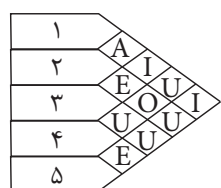
(۳) (۶ و ۱)

(۴) (۴ و ۱) و (۶ و ۴)

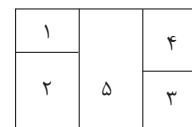
(سراسری ۸۰)

۱۸- قرار است استقرار ۵ دپارتمان بر طبق اطلاعات زیر با استفاده از برنامه کامپیوتری ALDE صورت گیرد. اگر چنانچه دپارتمان ۱ ابتدا انتخاب شود، کدام گزینه صحیح و دارای چه نمره کل نزدیکی (TCR) است؟

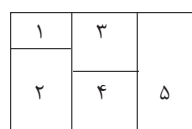
$$A = ۶۴ \text{ و } E = ۱۶ \text{ و } I = ۴ \text{ و } O = ۱ \text{ و } U = ۰ \text{ و } X = -۶۴$$



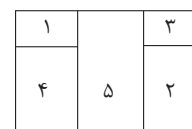
۱۹۴ (۲)



۲۰۲ (۱)



۱۹۴ (۴)



۲۰۲ (۳)

(سراسری ۸۰)



۱۹- اگر کارخانه‌ای دارای هفت دپارتمان باشد که مواد از دپارتمان دریافت (A) شروع و از دپارتمان حمل (G) خارج می‌شود. اگر نمره تخصیص داده شده به حروف ارایه شده در نمودار رابطه فعالیت‌ها از A تا X به ترتیب ۶ تا ۱ باشد، آن‌گاه بر اساس برنامه CORELAP ابتدا کدام دپارتمان و با چه نمره کل نرخ نزدیکی انتخاب می‌شود؟

|   | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | - | E | O | I | O | U | U |
| B |   | - | U | E | I | I | U |
| C |   |   | - | U | U | O | U |
| D |   |   |   | - | I | U | U |
| E |   |   |   |   | - | A | I |
| F |   |   |   |   |   | - | E |
| G |   |   |   |   |   |   | - |

(۱) B, ۲۲

(۲) F, ۲۲

(۳) E, ۲۳

(۴) E, ۲۴

(سراسری ۸۰)

۲۰- فرض کنید چهار استقرار با اطلاعات ورودی مختلفی توسط برنامه کامپیوتری ALDEP تولید شده است، کدام استقرار صحیح است؟

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | A |   |   |
| A | A | B | B | D | D |
| A | A | B | C | C | D |
| A | A | C | C | C | C |
| A | A | C | C | C | C |

(۲)

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | B | C | C | D |
| A | A | B | C | C | D |
| A | A | B | C | C | D |
| A | A | A | C | C | C |
| A | A | A | C | C | C |

(۱)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | C | C | C | C | C | C |
| A | A | A | C | C | C | D | D | D |
| A | A | A | C | C | C |   |   |   |
| A | A | A | B | B | B |   |   |   |

(۴)

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | C | C | C |
| A | A | A | C | C | C |
| A | A | B | C | C | D |
| A | A | B | C | C | D |
| A | A | B | C | C | D |

(۳)

(سراسری ۸۱)

۲۱- اطلاعات ورودی کدام یک از روش‌های کامپیوتری در طراحی کارخانه، کمی و در کدام یک کیفی دسته‌بندی می‌شوند؟

(۱) کرافت و آلدپ کمی، پلانت و کورلپ کیفی‌اند.

(۲) کرافت، آلدپ و پلانت کمی، کورلپ کیفی است.

(۳) کرافت کمی، آلدپ و کورلپ و پلانت کیفی‌اند.

(۴) کرافت و پلانت کمی، آلدپ و کورلپ کیفی‌اند.

(سراسری ۸۱)

۲۲- کدام گزینه زیر صحیح است؟

(۱) در برنامه CORELAP، نیازی به مساحت دپارتمان‌ها نیست.

(۲) در برنامه PLANET، جهت جریان مواد بین دپارتمان‌ها مهم است.

(۳) در برنامه PLANET، جریان مواد به‌عنوان یکی از اطلاعات ورودی است.

(۴) در برنامه CORELAP، اگر در اولین انتخاب، دپارتمان‌ها دارای TCR مساوی باشد، یکی از آن‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شود.

(سراسری ۸۱)

۲۳- جدول زیر ارتباط فعالیت‌های ۵ بخش مختلف را با یکدیگر نشان می‌دهد. اگر عرض استقرار برابر عرض یک بلوک، انتخاب شده باشد، کدام استقرار براساس روش ALDEP ارایه گردیده است؟ (عرض نوار یک ستونی است)

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| A | A |   |   |  |
| B | A | O | I |  |
| C | A | E | I |  |
| D | A | O | I |  |
| E | I |   |   |  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A |   | C | E |
|   | B |   | D |

(۲)

|   |   |   |
|---|---|---|
| A | C | D |
|   | B | E |

(۱)

|   |   |   |
|---|---|---|
| A | B | E |
|   |   | D |
|   | C |   |

(۴)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| A |   | C | D | E |
|   | B |   |   |   |

(۳)

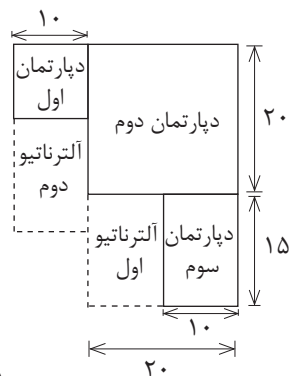
(سراسری ۸۱)

## ۲۴- کدام یک از گزاره‌های زیر در مورد الگوریتم سازنده و بهبوددهنده صحیح است؟

- (۱) الگوریتم‌های بهبود دهنده یک طرح اولیه را بهبود می‌دهند.
- (۲) الگوریتم‌های سازنده یک طرح اولیه را براساس اطلاعات جریان و رابطه فعالیت‌ها بهبود می‌دهند.
- (۳) الگوریتم سازنده و بهبود دهنده به ترتیب یک طرح اولیه را براساس اطلاعات به دست آمده از جدول از-به جریان و جدول رابطه فعالیت‌ها ارائه می‌دهند.
- (۴) الگوریتم‌های سازنده و بهبود دهنده به ترتیب یک طرح اولیه را براساس اطلاعات به دست آمده از جدول از-به جریان و جدول رابطه فعالیت‌ها و جدول از-به جریان ارائه می‌دهند.

(سراسری ۸۲)

## ۲۵- براساس الگوریتم CORELAP کدام محل برای استقرار دپارتمان جدید انتخاب می‌شود؟ نمودار ارتباط فعالیت‌ها به شرح زیر است:



- (۱) تفاوتی نمی‌کند.
- (۲) آلترناتیو اول
- (۳) آلترناتیو دوم
- (۴) اطلاعات مساله کافی نیست.

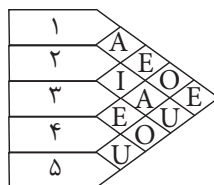
(سراسری ۸۲)

## ۲۶- در الگوریتم ALDEP، پس از انتخاب یک بخش جهت استقرار، انتخاب محل استقرار بر چه اساسی است؟ (فرض کنید اولین بخش برای استقرار مطرح نباشد).

- (۱) حداقل هزینه حمل و نقل بین بخش جدید و بخش استقرار یافته
- (۲) حداکثر رابطه فعالیت‌ها بین بخش جدید و بخش‌های استقرار یافته
- (۳) استقرار به صورت نواری در کنار آخرین بخشی که قبلاً استقرار پیدا کرده است.
- (۴) استقرار به صورت نواری در کنار اولین بخشی که قبلاً استقرار پیدا کرده است.

(سراسری ۸۲)

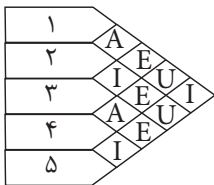
## ۲۷- اگر بر اساس جدول زیر، الگوریتم CORELAP طرح روبه‌رو را ارائه کرده باشد، گشتاور مربوط به این طرح چقدر است؟



- (۱) ۲۰
- (۲) ۴۰
- (۳) ۸۰
- (۴) ۱۲۰

(سراسری ۸۲)

## ۲۸- اگر الگوریتم ALDEP براساس جدول رابطه فعالیت‌های زیر طرح روبه‌رو را ارائه کرده باشد، گشتاور مربوط به این طرح چقدر است؟



- (۱) ۲۶۰
- (۲) ۳۲۰
- (۳) ۳۳۰
- (۴) ۴۸۰

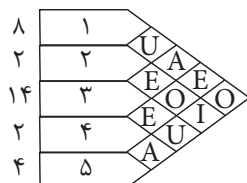
(سراسری ۸۲)

## ۲۹- براساس داده‌های یکسان، اگر چند طرح استقرار بر اساس الگوریتم ALDEP طراحی شده باشد، به نظر شما کدام یک از طرح‌ها بهتر است؟

- (۱) طرحی که بیشترین گشتاور را داشته و شکل کل طرح منظم‌تر باشد.
- (۲) طرحی که شکل بخش‌های آن منظم‌تر و بیشترین گشتاور را داشته باشد.
- (۳) طرحی که شکل کلی طرح منظم‌تر بوده و حداقل مساحت را به خودش اختصاص دهد.
- (۴) طرحی که حداقل مساحت را به خودش اختصاص داده و بیشترین گشتاور را داشته باشد.

(سراسری ۸۳)

۳۰- جدول زیر، جدول رابطه فعالیت‌ها مربوط به بخش است. اگر از الگوریتم ALDEP برای طراحی استقرار استفاده شود و اولین بخش که استقرار پیدا می‌کند، بخش ۲ باشد و حداقل رابطه فعالیت‌ها جمع و استقرار هم به‌طور دو ستونی انجام پذیرد، کدام طرح، طرح استقرار تولیدی خواهد بود؟



|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۵ | ۵ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۳ | ۳ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۳ | ۳ |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۱ | ۱ | ۵ | ۵ | ۳ | ۳ |
| ۱ | ۱ | ۵ | ۵ | ۳ | ۳ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۳ | ۳ |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۳ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۴ | ۴ |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۴ | ۴ |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۵ | ۵ |
| ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۵ | ۵ |

(سراسری ۸۳)

۳۱- طرح زیر، طرح استقرار ۶ بخش در یک واحد تولیدی است. اگر بخواهیم با استفاده از الگوریتم CRAFT، طرح بالا را بهبود بخشیم، آیا امکان جابه‌جایی بخش‌های ۳ و ۶ وجود دارد؟

|       |       |        |       |
|-------|-------|--------|-------|
| ۵ متر | ۵ متر | ۱۰ متر |       |
|       | ۲     | ۱      | ۵ متر |
| ۴     |       | ۳      | ۵ متر |
|       | ۶     | ۵      | ۵ متر |

(۱) در هر صورت امکان جابه‌جایی دو بخش در مرحله اول وجود دارد.

(۲) در هر صورت امکان جابه‌جایی دو بخش در مرحله اول وجود ندارد.

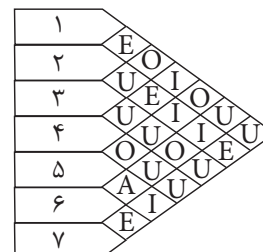
(۳) در صورتی که بخش ۵، fix نشده باشد، امکان جابه‌جایی دو بخش وجود دارد.

(۴) در صورتی که بخش ۲، fix نشده باشد، امکان جابه‌جایی دو بخش وجود دارد.

(سراسری ۸۳)

۳۲- جدول زیر، جدول رابطه فعالیت‌ها مربوط به ۷ بخش است. استفاده از الگوریتم ALDEP طرح زیر ارایه شده است. اگر در این طرح، جای دو بخش ۲ و ۴ جابه‌جا گردد، چه تغییری حاصل خواهد شد؟ (تغییر بر اساس استقرار ALDEP صورت می‌پذیرد).

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۳ | ۳ |



(۱) طرح از نظر رابطه فعالیت‌ها بدتر شده و به مقدار ۳۲، گشتاور کاهش پیدا می‌کند.

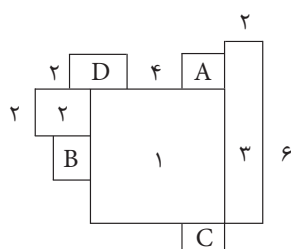
(۲) طرح از نظر رابطه فعالیت‌ها بهتر شده و به مقدار ۳۲، گشتاور کاهش پیدا می‌کند.

(۳) طرح از نظر رابطه فعالیت‌ها بدتر شده و به مقدار ۱۶، گشتاور کاهش پیدا می‌کند.

(۴) طرح از نظر رابطه فعالیت‌ها بهتر شده و به مقدار ۱۶، گشتاور افزایش پیدا می‌کند.

(سراسری ۸۳)

۳۳- براساس الگوریتم کورلپ (CORELAP)، کدام یک از موقعیت‌های انتخاب شده برای دپارتمان ۴ مناسب‌ترین می‌باشد؟

 $A = 4^2, E = 4^2, I = 4^1, U = 0, X = -4^5$ 


D (۱)

C (۲)

B (۳)

A (۴)

(سراسری ۸۴)

۳۴- در الگوریتم کرافت (CRAFT) جدول از- به مسافت و جدول تواتر جریان مواد به شکل زیر می‌باشند. اگر دو بخش هم مساحت و مجاور A و B جابه‌جا شوند، هزینه کل تخمینی چقدر خواهد شد؟

|   | A | B  | C | D  |
|---|---|----|---|----|
| A | - | ۱۰ | ۵ | ۱۵ |
| B |   | -  | ۲ | ۱۰ |
| C |   |    | - | ۵  |
| D |   |    |   | -  |

جدول تواتر جریان مواد

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| A | - | ۲ | ۳ | ۵ |
| B |   | - | ۳ | ۵ |
| C |   |   | - | ۲ |
| D |   |   |   | - |

جدول از- به مسافت

(سراسری ۸۴)

۳۵- کدام عبارت در مورد الگوریتم کورلپ (CORELAP) صحیح است؟

(۱) لزوماً جواب بهینه را ارائه نمی‌کند.

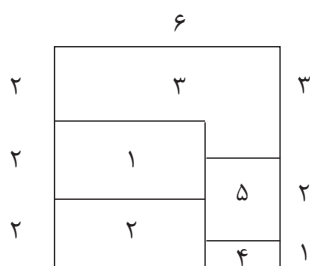
(۲) دپارتمان دوم دپارتمانی است که بیشترین نرخ نزدیکی کل (TCR) را دارد.

(۳) اولین دپارتمان انتخاب شده دپارتمانی است که بیشترین ارتباط نوع A را دارد.

(۴) اولین دپارتمان انتخاب شده دپارتمانی است که بیشترین مساحت و رابطه نوع A را دارد.

(سراسری ۸۴)

۳۶- اگر طرح زیر توسط الگوریتم آلدپ (ALDEP) ارائه شده باشد، کدام دو دپارتمان در ابتدا در طرح استقرار انتخاب می‌شوند؟ (فرض کنید عرض نوار جاروب در استقرار برابر یک واحد بوده است.)



(۱) ۱ و ۳

(۲) ۴ و ۵

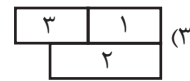
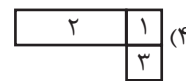
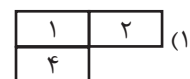
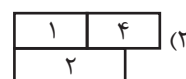
(۳) ۲ و ۴

(۴) ۱ و ۲

(سراسری ۸۴)

۳۷- اگر جدول رابطه فعالیت‌های مربوطه به چند دپارتمان به صورت زیر باشد، بر طبق الگوریتم CORELAP استقرار سه دپارتمان اول چگونه خواهد بود؟ (A=۶, E=۵, I=۴, O=۳, U=۲, X=۱)

| ابعاد | دپارتمان | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|-------|----------|---|---|---|---|---|
| ۱۰×۱۰ | ۱        |   | A | E | O | E |
| ۱۵×۱۰ | ۲        |   |   | I | A | U |
| ۱۰×۱۰ | ۳        |   |   |   | E | O |
| ۱۰×۱۰ | ۴        |   |   |   |   | U |
| ۱۰×۲۰ | ۵        |   |   |   |   |   |



(سراسری ۸۵)

۳۸- در طرح چیدمان زیر که براساس الگوریتم ALDEP ارائه شده؛ عرض نوار برابر ۲ بوده است. اگر عرض نوار برابر ۱ باشد، کدام یک از طرح‌های زیر جواب مساله خواهد بود؟

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | E | E | E | E |
| A | A | D | E | E | C |
| A | B | D | D | C | C |
| B | B | D | D | C | C |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | B | D | E | E | C |
| A | B | D | E | E | C |
| A | B | D | E | E | C |
| A | A | D | D | C | C |

(۲)

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | D | D | E | C |
| A | B | D | E | E | C |
| A | B | D | E | E | C |
| A | B | D | E | C | C |

(۱)

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | C | C | C |
| A | A | B | E | C | C |
| D | B | B | E | E | E |
| D | D | D | D | E | E |

(۴)

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| A | B | B | E | E | C |
| A | B | D | E | E | C |
| A | A | D | E | E | C |
| A | D | D | D | C | C |

(۳)

(سراسری ۸۵)

۳۹- اگر جدول رابطه فعالیت‌ها برای چهار بخش به صورت زیر باشد. مناسب‌ترین استقرار بر اساس الگوریتم CORELAP، کدام طرح خواهد بود؟ (فرض کنید استقرار در امتداد یک خط باشد).

| بخش | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | مساحت (بلوک) |
|-----|---|---|---|---|--------------|
| ۱   |   | A | O | I | ۱            |
| ۲   |   |   | E | X | ۱            |
| ۳   |   |   |   | U | ۱            |
| ۴   |   |   |   |   | ۱            |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۴ | ۱ | ۳ | ۲ |
| ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۴ | ۱ | ۲ | ۳ |
| ۲ | ۱ | ۴ | ۳ |

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

(سراسری ۸۵)

۴۰- اگر جدول رابطه فعالیت‌ها و مساحت مربوط به ۵ بخش به صورت زیر باشد، بر طبق الگوریتم CORELAP طرح مناسب استقرار چه می‌باشد؟

| بخش | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ابعاد |
|-----|---|---|---|---|---|-------|
| ۱   |   | A | E | O | E | ۱۰۰   |
| ۲   |   |   | E | U | I | ۲۰۰   |
| ۳   |   |   |   | I | I | ۲۰۰   |
| ۴   |   |   |   |   | U | ۲۰۰   |
| ۵   |   |   |   |   |   | ۲۰۰   |

|   |   |
|---|---|
| ۵ | ۳ |
| ۱ | ۲ |
| ۴ |   |

(۲)

|   |   |
|---|---|
| ۴ | ۳ |
| ۱ | ۲ |
| ۵ |   |

(۱)

|   |   |
|---|---|
| ۱ | ۵ |
| ۲ | ۴ |
|   | ۳ |

(۴)

|   |   |
|---|---|
| ۱ | ۴ |
| ۵ | ۳ |
|   | ۲ |

(۳)

(سراسری ۸۵)

۴۱- اگر طرح زیر، یکی از طرح‌های خروجی از الگوریتم ALDEP باشد، اولین بخشی که استقرار پیدا کرده است، چه بخشی می‌باشد؟

|   |   |
|---|---|
| ۵ | ۲ |
| ۴ | ۳ |
|   | ۱ |

(۱) بخش ۱

(۲) بخش ۳

(۳) بخش ۴

(۴) بخش ۵

(سراسری ۸۶)

۴۲- در الگوریتم ALDEP، در استقرار بخش‌ها از الگوی زیگزاگ استفاده می‌گردد. به نظر شما عمده مزیت آن چیست؟

(۲) انعطاف‌پذیری بیشتر تولید

(۱) استقرار سریع بخش‌ها در طرح

(۴) استقرار بخش‌ها به گونه‌ای که شکل آن منظم باشد.

(۳) ارتباط بیشتر بخش‌ها با یکدیگر در طرح نهایی

(سراسری ۸۷)

۴۳- اگر جدول رابطه فعالیت‌ها و مساحت مربوط به چند بخش به صورت زیر باشد، بر طبق الگوریتم CORELAP، کدام دو دپارتمان در انتها استقرار داده می‌شود؟

| بخش | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | مساحت |
|-----|---|---|---|---|---|-------|
| ۱   | - | A | E | O | E | ۱۰۰   |
| ۲   |   | - | E | U | E | ۲۰۰   |
| ۳   |   |   | - | U | I | ۱۰۰   |
| ۴   |   |   |   | - | U | ۱۰۰   |
| ۵   |   |   |   |   | - | ۲۰۰   |

(۱) ۳ و ۲

(۲) ۴ و ۲

(۳) ۴ و ۳

(۴) ۴ و ۵

(سراسری ۸۷)

۴۴- شکل زیر یک استقرار اولیه‌ای است که به الگوریتم CRAFT داده شده است. اگر مساحت بخش‌های ۱، ۳ و ۶ با هم مشابه و مساحت بخش‌های ۲، ۴ و ۵ هم با هم مشابه باشد و در دو مرحله بهبود انجام پذیرد، تعداد جابه‌جایی بررسی شده طی دو مرحله چقدر خواهد بود؟

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۳ |   |   | ۱ |
| ۴ | ۲ | ۵ |   |
| ۶ |   |   |   |

- (۱) ۲۴  
 (۲) ۲۵  
 (۳) ۲۶  
 (۴) ۲۷

(سراسری ۸۷)

۴۵- در الگوریتم کرافت کدام مورد در هر مرحله بهبود، تغییر می‌کند؟

- (۱) جدول مسافت (۲) مساحت بخش‌ها (۳) جدول هزینه حمل و نقل (۴) جدول از- به جریان مواد

(سراسری ۸۸)

۴۶- اگر بیست (۲۰) دپارتمان وجود داشته باشد، با استفاده از برنامه کامپیوتری CRAFT جهت بهبود استقرار کدام مورد صحیح است؟  
 (۱) تعداد ۱۹۰ ترکیب برای جابه‌جایی دو دپارتمان در یک زمان (به‌طور همزمان) وجود دارد.  
 (۲) تعداد ۱۹۰ ترکیب برای جابه‌جایی دو دپارتمان و تعداد ۱۱۴۰ ترکیب برای جابه‌جایی سه دپارتمان در یک زمان (به‌طور همزمان) وجود دارد.  
 (۳) تعداد ۱۱۴۰ ترکیب برای جابه‌جایی سه دپارتمان در یک زمان (به‌طور همزمان) وجود دارد.  
 (۴) هیچ‌کدام

(سراسری ۸۸)

۴۷- با توجه به اطلاعات زیر، نحوه انتخاب به‌ترتیب از چپ به راست برای دپارتمان‌ها در برنامه کامپیوتری CORELAP چگونه است؟

|   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | - | E | O | I | O | U | U |
| ۲ |   | - | U | E | I | I | U |
| ۳ |   |   | - | U | U | O | U |
| ۴ |   |   |   | - | I | U | U |
| ۵ |   |   |   |   | - | A | I |
| ۶ |   |   |   |   |   | - | E |
| ۷ |   |   |   |   |   |   | - |

| دپارتمان           | ۱  | ۲ | ۳ | ۴  | ۵ | ۶  | ۷  |
|--------------------|----|---|---|----|---|----|----|
| مساحت (برحسب هزار) | ۱۲ | ۸ | ۶ | ۱۲ | ۸ | ۱۲ | ۱۲ |

- (۱) ۵-۶-۷-۲-۱-۴-۳  
 (۲) ۵-۶-۷-۲-۴-۱-۳  
 (۳) ۵-۶-۲-۱-۴-۷-۳  
 (۴) ۵-۶-۲-۴-۱-۷-۳

(سراسری ۸۸)

۴۸- با توجه به جدول زیر که میزان جریان و مساحت بین ۵ بخش را نشان می‌دهد. (فرض کنید هزینه حمل و نقل هر دو واحد کالا در واحد مسافت برای تمام مسیرها یکسان می‌باشد). کدام شکل برای طرح استقراری است که توسط الگوریتم Planet ارایه شده است؟

|   | A | B  | C  | D  | E  |
|---|---|----|----|----|----|
| A | - | ۱۰ | ۲۰ | ۲۵ | ۲  |
| B |   | -  | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| C |   |    | -  | ۱۵ | ۶  |
| D |   |    |    | -  | ۲۲ |
| E |   |    |    |    | -  |

| دپارتمان         | A   | B   | C   | D   | E   |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| مساحت (متر مربع) | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |

|   |   |   |
|---|---|---|
| C | E | D |
| B |   | A |

(۴)

|   |   |   |
|---|---|---|
| B | D | E |
| A | C |   |

(۳)

|   |   |   |
|---|---|---|
| E | A | D |
|   | B | C |

(۲)

|   |   |   |
|---|---|---|
| E | B | C |
|   | D | A |

(۱)

(سراسری ۸۸)

## تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۴۹- کدامیک از تکنیک‌های زیر جهت بهبود استقرار به کار می‌رود؟

- (۱) CRAFT (۲) ALDEP (۳) COFAD (۴) MULTIPLE (آزاد ۷۹)

۵۰- در کدامیک از روش‌های استقرار هزینه‌های انتقال با طول مسیر رابطه خطی داشته و هزینه‌های انتقال از راندمان و به کارگیری تجهیزات مستقل می‌باشند؟

- (۱) CRAFT (۲) BLOCKPLAN (۳) MULTIPLE (۴) ALDEP (آزاد ۷۹)

۵۱- کدامیک از روش‌های زیر از برنامه‌های کامپیوتری استقرار است؟

- (۱) MPS (۲) SAS (۳) LINDO (۴) CRAFT (آزاد ۸۰)

۵۲- کدامیک از تعاریف زیر در مورد روش CRAFT صادق است؟

- (۱) روش بهینه‌سازی استقرارهاست.  
(۲) هزینه‌های انتقال از راندمان و به کارگیری تجهیزات مستقلند و با طول مسیر حرکت رابطه خطی دارد.  
(۳) روشی است که برای استقرار چند طبقه به کار می‌رود.  
(۴) هزینه‌های انتقال و راندمان تجهیزات وابسته بوده و با طول مسیر حرکت رابطه غیرخطی دارند.

(آزاد ۸۰)

۵۳- کدامیک از نرم‌افزارهای طرح‌ریزی استقرار زیر خروجی استقرارها را به صورت نامنظم ارائه می‌دهد؟

- (۱) ALDEP (۲) CORELAP (۳) CRAFT (۴) COFAD (آزاد ۸۰)

۵۴- کدامیک از نرم‌افزارهای طرح‌ریزی استقرار، انتخاب دپارتمان‌ها را به صورت تصادفی انجام می‌دهد؟

- (۱) PLANET (۲) CRAFT (۳) COFAD (۴) ALDEP (آزاد ۸۰)

۵۵- کدامیک از نرم‌افزارهای طرح‌ریزی استقرار به عنوان داده از رابطه حروف نزدیکی استفاده می‌کنند؟

- (۱) ALDEP و CORELAP (۲) COFAD و CRAFT (۳) COFAD و CRAFT (۴) هیچ‌یک از نرم‌افزارها از این داده‌ها استفاده نمی‌کنند.

(آزاد ۸۰)

۵۶- کدامیک از نرم‌افزارهای طرح‌ریزی استقرار قادر به قبول استقرارهای ثابت در برنامه خود هستند؟

- (۱) COFAD (۲) ALDEP (۳) CRAFT (۴) CORELAP (آزاد ۸۰)

۵۷- از روش‌های زیر، کدامیک در برنامه‌های خود از هزینه‌های حمل و نقل مواد در رابطه با نوع حمل، توالی و نوع حرکت استفاده می‌کنند؟

- (۱) CRAFT (۲) PLANET (۳) CORELAP (۴) ALDEP (آزاد ۸۰)

۵۸- کدامیک از برنامه‌های کامپیوتری استقرار جزو برنامه‌های سازنده طرح اولیه نیستند؟

- (۱) CORELAP (۲) Simulated Annealing (۳) CRAFT (۴) ALDEP (آزاد ۸۱)

۵۹- با توجه به اطلاعات زیر و استفاده از الگوریتم PLANET از بین دو موقعیت ۲ و ۱۰ کدام برای استقرار مرکز C مناسب است؟

|    |    |    |    |    |   |   |    |   |   |                         |
|----|----|----|----|----|---|---|----|---|---|-------------------------|
|    |    |    |    |    |   |   |    |   |   | ۱۰ (۱)                  |
|    | ۱  | ۲  | ۳  | ۴  | ۵ |   | A  | B | C | ۲ (۲)                   |
| ۱۷ | A  | A  | B  | B  | ۶ | A | -  | ۸ | ۴ | (۳) هر دو مناسب هستند.  |
| ۱۶ | A  | A  | B  | B  | ۷ | B | ۱۲ | - | ۲ | (۴) قابل اجرا نمی‌باشد. |
| ۱۵ | A  | A  | B  | B  | ۸ | C | ۶  | ۳ | - |                         |
| ۱۴ | ۱۳ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۰ | ۹ |   |    |   |   |                         |

(آزاد ۸۱ و آزاد ۸۷)

۶۰- کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد برنامه کامپیوتری ALDEP صحیح است؟

- (۱) انتخاب و جایگزینی دپارتمان‌ها، ساده و سریع است ولی حداکثر دپارتمان‌ها برابر ۴۰ می‌باشد.  
(۲) در هر مرحله، تعداد زیادی طرح استقرار ایجاد می‌کند و الگوریتم می‌تواند طرح‌ها را در چند طبقه تولید کند.  
(۳) اولین دپارتمان توسط کاربر مشخص می‌شود و حداکثر ابعاد خروجی طرح استقرار می‌باشد.  
(۴) الگوریتم؛ محل‌های ثابت را به دپارتمان مخصوص اختصاص نمی‌دهد.

(آزاد ۸۵)

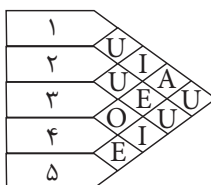
۶۱- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد برنامه کامپیوتری CRAFT درست است؟

- (۱) نیازی به ماتریس هفته حمل یک واحد محصول به ازای یک واحد مسافت طی شده ندارد.
- (۲) محل ثابت و محدودیت روی مکان‌های تسهیلات در نظر نمی‌گیرد.
- (۳) کلیه (بهترین) تعویض جفتی (دوتایی) یا تعویض ۳ تایی ممکن است صورت گیرد.
- (۴) تعداد جابه‌جایی ۲ تایی برای ۲۰ دپارتمان بیشتر از تعداد جابه‌جایی ۳ تایی است.

(آزاد ۸۵)

۶۲- با توجه به اطلاعات زیر، قرار است با استفاده از برنامه کامپیوتر CORELAP انتخاب دپارتمان و سپس نحوه قرار گرفتن آن‌ها صورت گیرد. نحوه انتخاب دپارتمان به چه ترتیبی خواهد بود؟ (ترتیب از سمت چپ به راست)

| نمره | سمبل |
|------|------|
| ۳۲   | A    |
| ۱۶   | E    |
| ۸    | I    |
| ۴    | O    |
| ۲    | U    |
| -۳۲  | X    |



$$(1) 4 > 1 > 5 > 2 > 3$$

$$(2) 4 > 1 > 2 > 5 > 3$$

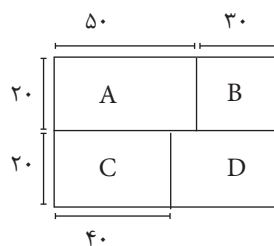
$$(3) 1 > 4 > 5 > 2 > 3$$

$$(4) 1 > 4 > 2 > 5 > 3$$

(آزاد ۸۵)

۶۳- با توجه به استقرار اولیه زیر و ماتریس از - به تواتر جریان مواد، قرار است از برنامه کامپیوتری CRAFT جهت بهبود استقرار اولیه استفاده شود، اولین جابه‌جایی (تعویض) مربوط به کدام دپارتمان‌ها خواهد بود؟

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| A |   | ۲ | ۴ | ۴ |
| B | ۱ |   | ۱ | ۳ |
| C | ۲ | ۱ |   | ۲ |
| D | ۴ | ۱ | ۰ |   |



(۱) تعویض A و C

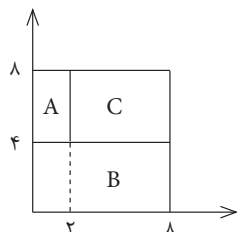
(۲) تعویض D و C

(۳) تعویض B و A

(۴) تعویض D و B

(آزاد ۸۵)

۶۴- نقشه فعلی استقرار ۳ بخش A، B و C همراه با جدول حمل و نقل به شرح زیر داده شده است. اگر بخش A، ثابت باشد با تعویض مراکز بخش‌های B و C در الگوریتم CRAFT هزینه چه خواهد شد؟



|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A |   | ۲ | ۴ |
| B | ۱ |   | ۳ |
| C | ۴ | ۱ |   |

$$(1) 96$$

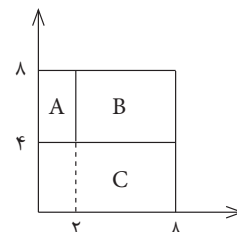
$$(2) 76$$

$$(3) 64$$

$$(4) 71$$

(آزاد ۸۶)

۶۵- در نقشه فعلی استقرار زیر، اگر بخش A ثابت باشد با تعویض بخش‌های B و C مراکز ثقل آن‌ها چه خواهد شد؟



$$(2) \begin{matrix} B (3,2) \\ C (5,6) \end{matrix}$$

$$(1) \begin{matrix} B (4,2) \\ C (5,6) \end{matrix}$$

$$(4) \begin{matrix} B (4,2) \\ C (5/5,5) \end{matrix}$$

$$(3) \begin{matrix} B (3,2) \\ C (5/5,5) \end{matrix}$$

(آزاد ۸۶)

۶۶- کدام یک از داده‌های زیر جزو ورودی برنامه CORELAP نیست؟

- (۱) تعداد و مساحت مورد نیاز بخش‌ها
- (۲) نمودار رابطه فعالیت‌ها
- (۳) مقیاس طرح خروجی جهت چاپ
- (۴) تعداد طرح‌های استقراری که باید تولید شود.

(آزاد ۸۶)

۶۷- کدام برنامه جانمایی رایانه‌ای شده تلاش می‌کند هزینه جابه‌جایی مواد را به حداقل برساند؟

- (۱) CORELAP
- (۲) CRAFT
- (۳) FMS
- (۴) ALDEP

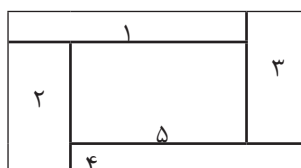
(آزاد ۸۸)



## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- طرح زیر به عنوان طرح اولیه با الگوریتم CRART داده شده است. اگر جریان بین بخش‌ها به صورت جدول زیر بوده و مساحت چهار بخش اول، دوم، سوم و چهارم ۳ بلوک و بخش پنجم ۴ بلوک باشد و بخش پنجم ثابت (FIX) شده باشد، بهترین جابه‌جایی در مرحله اول چه خواهد بود؟

|   | ۱ | ۲ | ۳  | ۴  | ۵  |
|---|---|---|----|----|----|
| ۱ |   |   | ۱۰ | ۲۰ | ۲۰ |
| ۲ |   |   | ۱۰ | ۱۰ | ۲۰ |
| ۳ |   |   |    | ۲۰ | ۲۰ |
| ۴ |   |   |    |    | ۲۰ |
| ۵ |   |   |    |    |    |



(۱) جابه‌جایی ۲ و ۳

(۲) جابه‌جایی ۱ و ۳

(۳) جابه‌جایی ۱ و ۲

(۴) جابه‌جایی ۲ و ۴

## پاسخنامه تشریحی فصل سیزدهم

## پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۴

**نکته** با توجه به نحوه عملکرد الگوریتم پلانت، تنها درحالتی که مقدار تقریبی هزینه حمل و نقل و مقدار واقعی پس از استقرار برابر است اندازه دپارتمان‌ها برابر می‌باشد.  
بر این اساس تنها در گزینه (۴) است که مساحت دپارتمان‌ها یکسان است.

۲- گزینه ۲

در صورتی که دو دپارتمان هم مساحت نباشند، صرفه‌جویی تخمینی با صرفه‌جویی واقعی برابر نخواهد بود. البته در این حالت برای جابه‌جایی باید دو دپارتمان، همسایه باشند.

۳- هیچ کدام

**نکته** تفاوت‌های آلدپ و کورلپ عبارتند از:

- (۱) آلدپ توانایی تولید چند طرح استقرار را دارد؛ ولی کورلپ تنها یک طرح استقرار را تولید می‌کند.
  - (۲) آلدپ نسبت به کورلپ استفاده موثرتری از جدول رابطه فعالیت‌ها می‌کند.
  - (۳) در آلدپ، عوامل تصادفی نقش بسیار چشمگیری از کورلپ دارند.
- پاسخ سازمان سنجش گزینه (۲) می‌باشد.

۴- گزینه ۲

در بین روش‌های دستی و کامپیوتری استقرار، روش جدول‌بندی سفر با کرافت از نظر عملکرد و الگویی با کورلپ از نظر اطلاعات ورودی شباهت دارد.

۵- گزینه ۱

حداکثر یا مقدار مشخص نسبت طول به عرض طرح جزو اطلاعات ورودی آلدپ نمی‌باشد.

۶- گزینه ۳

در واقع سؤال به‌گونه‌ای مطرح شده که می‌تواند گام اول انتخاب بخش مرکزی روش کورلپ باشد، بر این اساس نرخ نزدیکی (TCR) بخش‌ها محاسبه می‌شود و هر بخشی که بیشترین TCR را دارد، انتخاب می‌شود، یعنی :

$$TCR_{(I)} = O + E + I + U = ۱۴$$

$$TCR_{(II)} = O + U + A + E = ۱۶$$

$$TCR_{(III)} = U + E + I + E = ۱۶$$

$$TCR_{(IV)} = I + A + I + E = ۱۹$$

$$TCR_{(V)} = E + E + E + U = ۱۷$$

بنابراین بخش IV انتخاب می‌شود.

۷- گزینه ۳

**نکته** در الگوریتم کرافت در صورت جابه‌جایی دو بخش هم مساحت، مقدار تخمین کاهش هزینه ناشی از جابه‌جایی با مقدار واقعی کاهش هزینه‌ها برابر است. همچنین با این جابه‌جایی، شکل دو بخش و تعداد نقاط گوشه‌ای دو بخش تغییر نمی‌کند. چون ابعاد ساختمانی استقرار تغییر نخواهد کرد، در صورت جابه‌جایی دو بخش مجاور با مساحت غیریکسان، تعداد نقاط گوشه‌ای دو بخش تغییر خواهد کرد.

۸- گزینه ۱

روش کرافت تمام جابه‌جایی‌های ممکن را بررسی نمی‌کند. بنابراین لزوماً جواب بهینه ارایه نمی‌نماید. جابه‌جایی‌های دوتایی و سه‌تایی در این روش قابل انجام می‌باشد و در بین جابه‌جایی‌های مورد بررسی، جابه‌جایی که بیشترین کاهش هزینه را داراست، انتخاب می‌کند و کیفیت جواب آن به کیفیت جواب اولیه وابسته است.

۹- گزینه ۳

در روش کرافت، بخش‌هایی جابه‌جا می‌شوند که هم مساحت یا مجاور باشند.

| بخش‌های هم‌مساحت                      | بخش‌های مجاور      |
|---------------------------------------|--------------------|
| $(B, D) \Rightarrow 3 = \text{مساحت}$ | $(A \text{ و } B)$ |
| $(A, C) \Rightarrow 6 = \text{مساحت}$ | $(B \text{ و } C)$ |
|                                       | $(C \text{ و } D)$ |

۱۰- گزینه ۳

$$A = 6, E = 5, I = 4, O = 3, U = 2, X = 1$$

$$TCR_{(M)} = A + E + A = 17$$

$$TCR_{(N)} = E + A + A = 17$$

$$TCR_{(O)} = A + E + E = 16$$

$$TCR_{(P)} = A + A + A = 18$$

بخش P با بیشترین TCR، بخش اول انتخابی روش کورلپ است. این بخش با بخش M، O و N رابطه A دارد؛ اما TCR بخش‌های M و N بیشتر از O بوده ولی مساوی هستند. بین بخش‌های M و N، بخش N باید به عنوان بخش دوم انتخاب شود چون مساحت بزرگ‌تری دارد.

۱۱- گزینه ۱

بخش‌های A و B و C با مساحت ۲۰۰ مترمربع می‌توانند ۳ جابه‌جایی را ایجاد کنند، این جابه‌جایی‌ها عبارتند از:

(۱) جابه‌جایی C و B: این جابه‌جایی هیچ تغییری در ماتریس مسافت ایجاد نمی‌کند. در کرافت با جابه‌جایی دو بخش فقط ماتریس مسافت است که قابلیت تغییر دارد. بر این اساس بهبودی در مقدار تابع هدف یعنی هزینه حمل و نقل ایجاد نمی‌کند.

(۲) جابه‌جایی A و B: این جابه‌جایی منجر به تغییر ماتریس مسافت می‌گردد، یعنی:

|   | A | B  | C  |
|---|---|----|----|
| A | - | ۲۰ | ۱۰ |
| B |   | -  | ۲۰ |
| C |   |    | -  |

(۳) جابه‌جایی A و C: این جابه‌جایی منجر به تغییر ماتریس مسافت می‌گردد، یعنی:

|   | A | B  | C  |
|---|---|----|----|
| A | - | ۱۰ | ۲۰ |
| B |   | -  | ۲۰ |
| C |   |    | -  |

جریان بین دو بخش A و C بزرگ‌تر از جریان بین دو بخش A و B است بنابراین اگر بتوان با جابه‌جایی، فاصله A تا C را کم کرد، می‌توان هزینه حمل و نقل را کاهش داد بنابراین جابه‌جایی A و B می‌تواند موثرتر از A و C باشد. به عبارت دیگر:

$$B \text{ و } A \text{ جابه‌جایی} \Rightarrow \text{هزینه حمل و نقل} = 20 \times 4 + 10 \times 6 + 20 \times 5 = 480$$

$$C \text{ و } A \text{ جابه‌جایی} \Rightarrow \text{هزینه حمل و نقل} = 10 \times 4 + 20 \times 6 + 20 \times 5 = 520$$

۱۲- گزینه ۲

با تغییر محل B و C، ماتریس مسافت تغییر می‌کند. ماتریس حمل و نقل نیز یک‌ه می‌باشد. بر این اساس:

|   | A | B   | C   |
|---|---|-----|-----|
| A | - | ۲۰۰ | ۱۰۰ |
| B |   | -   | ۱۰۰ |
| C |   |     | -   |

ماتریس فاصله استقرار فعلی عبارت است از:

|   | A | B   | C   |
|---|---|-----|-----|
| A | - | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| B |   | -   | ۱۰۰ |
| C |   |     | -   |

برای محاسبه میزان بهبود، کافی است تفاضل دو ماتریس بالا در ماتریس جریان متقابل ضرب جزیه‌جز شود:

|               |   |   |     |      |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|-----|------|---|---|---|---|---|
|               |   | A | B   | C    |   | A | B | C |   |
|               | A | - | ۱۰۰ | -۱۰۰ |   | A | - | ۲ | ۷ |
| میزان بهبود = | B |   | -   | ۰    | × | B |   | - | ۵ |
|               | C |   |     | -    |   | C |   |   | - |

$$= 100 \times 2 - 100 \times 7 = -500$$

۱۳- گزینه ۱)

$$A=۶ \quad E=۵ \quad I=۴ \quad O=۳ \quad U=۲ \quad X=۱$$

$$TCR_{(۱)} = A + E + O + E = ۱۹$$

$$TCR_{(۲)} = A + E + U + I = ۱۷$$

$$TCR_{(۳)} = E + E + I + I = ۱۸$$

$$TCR_{(۴)} = U + I + U + O = ۱۳$$

$$TCR_{(۵)} = U + I + I + E = ۱۵$$

دپارتمان اول، دپارتمانی است که بیشترین TCR را دارد که دپارتمان ۱ است و دپارتمان دوم، دپارتمانی است که بیشترین رابطه را با دپارتمان ۱ دارد؛ یعنی دپارتمان ۲ است که رابطه A با دپارتمان ۱ دارد.

۱۴- گزینه ۴)

دو دپارتمان اول، دو دپارتمانی هستند که بیشترین هزینه جریان متقابل را دارا می‌باشند؛ یعنی C و E.

|   | A | B  | C  | D  | E  |
|---|---|----|----|----|----|
| A | - | ۱۰ | ۱۹ | ۱۶ | ۱۰ |
| B |   | -  | ۰  | ۱۰ | ۲۰ |
| C |   |    | -  | ۱۰ | ۳۰ |
| D |   |    |    | -  | ۲  |
| E |   |    |    |    | -  |

۱۵- گزینه ۲)

در بین گزینه‌ها فقط گزینه (۲) است که اصول و قواعد الگوریتم آلدپ را نقض نکرده است. آنچه در سایر گزینه‌ها بیشتر مشهود است، نقض حرکت زیگزاگی منظم می‌باشد.

۱۶- گزینه ۴)

الگوریتم کرافت می‌تواند منجر به تغییر ابعاد ساختمانی بخش‌های جابه‌جا شده مجاور شود که هم‌اندازه نیستند و هم تغییر کل ابعاد بخش‌ها را در برنمی‌گیرد. همچنین این روش حساسیت زیادی به استقرار اولیه داشته و تمام جابه‌جایی‌های ممکن را بررسی نمی‌کند و بر این اساس لزوماً جواب بهینه ارایه نمی‌نماید. همچنین در روش کرافت به دلیل جابه‌جایی‌ها، فاصله (مسافت) بین بخش‌ها به‌طور دایم در حال تغییر است.

۱۷- گزینه (۱)

در کرافت، بخش‌هایی جابه‌جا می‌شوند که یا مجاور باشند و یا هم مساحت. بخش‌های ۴ و ۶ مجاور بوده و می‌توانند جابه‌جا شوند، با وجود اینکه هم مساحت نیستند. هیچ دو بخش دیگری را نمی‌توان جابه‌جا کرد.

۱۸- گزینه (۲)

در آلدپ پس از انتخاب بخش اول به‌طور تصادفی، بخش‌های بعدی باید حداکثر ارتباط را با بخش قبلی داشته باشد؛ بر این اساس:

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$$

تنها گزینه (۲) این ترتیب استقرار را دارد. به‌نظر می‌رسد گزینه (۴) نیز دارای این ترتیب است، اما این‌گونه نیست؛ زیرا با حرکت از گوشه شمال غربی به‌طور زیگزاگی و منظم به‌سمت پایین، جای دو بخش ۳ و ۴ باید تعویض شود که در واقع همان گزینه (۲) است.

برای ارزیابی طرح استقرار آلدپ باید ارتباط بخش‌های مجاور برحسب وزن‌های خاص آن‌ها جمع شده و دو برابر آن به‌عنوان امتیاز محاسبه می‌شود:

$$A = 64, E = 16, I = 4, O = 1, U = 0, X = -1024$$

(۴ و ۵)، (۳ و ۵)، (۳ و ۴)، (۲ و ۳)، (۲ و ۴)، (۱ و ۴)، (۱ و ۲): بخش‌های مجاور

$$2 \times (A + U + O + E + U + U + E) = 2 \times (64 + 0 + 1 + 16 + 0 + 0 + 16) = 194$$

۱۹- گزینه (۳)

$$A = 6, E = 5, I = 4, O = 3, U = 2, X = 1$$

$$TCR_{(A)} = E + O + I + O + U + U = 19$$

$$TCR_{(B)} = E + U + E + I + I + U = 22$$

$$TCR_{(C)} = O + U + U + U + O + U = 14$$

$$TCR_{(D)} = I + E + U + I + U + U = 19$$

$$TCR_{(E)} = O + I + U + I + A + I = 23$$

$$TCR_{(F)} = U + I + O + U + A + E = 22$$

$$TCR_{(G)} = U + U + U + U + I + E = 17$$

بخش E دارای بیشترین مقدار TCR است و به‌عنوان بخش اول انتخاب می‌شود.

۲۰- گزینه (۴)

گزینه (۱) نادرست است. چون با عرض نوار ۱، استقرار دو بلوک انتهایی A غلط استقرار یافته و بر این اساس سایر بخش‌ها نیز نادرست مستقر شده‌اند. با عرض نوار ۲ نیز همین‌طور است.

گزینه (۲) نادرست است. زیرا با عرض نوار ۲، دو بلوک انتهایی A باید از پایین استقرار یابد و با عرض نوار ۴ نیز استقرار بخش A غلط می‌باشد.

گزینه (۳) نادرست است. زیرا با عرض نوار ۱، استقرار دو بلوک انتهایی C با دو بلوک انتهایی D جابه‌جا می‌شود تا استقرار صحیح شود. با عرض نوار ۲ هم استقرار بخش A غلط است. با عرض نوار ۳ نیز استقرار بخش A درست رعایت نشده است.

۲۱- گزینه (۴)

اطلاعات ورودی کرافت و پلانت کمی و اطلاعات ورودی آلدپ و کورلپ کیفی می‌باشند.

۲۲- گزینه (۳)

گزینه (۱) نادرست است، زیرا مساحت دپارتمان‌ها از اطلاعات ورودی کورلپ می‌باشد.

گزینه (۲) نادرست است. اطلاعات مسیر تولید در فاز اول پلانت به ماتریس هزینه جریان متقابل بخش‌ها تبدیل می‌شود و جهت جریان بین بخش‌ها دارای اهمیت نمی‌باشد.

گزینه (۴) نادرست است. در صورت برابری TCRها، بخشی که مساحت بیشتری دارد، انتخاب می‌شود.

۲۳- گزینه (۳)

در الگوریتم آلدپ حرکت زیگزاگی از گوشه شمال غربی به سمت پایین به‌طور منظم به اندازه عرض نوار (در این‌جا یک بلوک) آغاز می‌شود که تنها در گزینه (۳) این موارد رعایت شده است.

۲۴- گزینه (۱)

الگوریتم‌های بهبود دهنده مانند کرافت و کوفد، یک طرح استقرار اولیه را بهبود می‌دهند، ولی الگوریتم‌های سازنده همانند پلانت، کورلپ و آلدپ

توانایی ارایه طرح استقرار را دارند.

۲۵- گزینه ۲)

باید برای هر دو آلترناتیو، نرخ محل محاسبه شود:

مجموع درجات نزدیکی بخش‌های همسایه = نرخ محل

$E + E \Rightarrow$  دپارتمان دوم و سوم: دپارتمان‌های همسایه  $\Rightarrow$  نرخ محل آلترناتیو ۱

$I + E \Rightarrow$  دپارتمان اول و دوم: دپارتمان‌های همسایه  $\Rightarrow$  نرخ محل آلترناتیو ۲

نرخ محل آلترناتیو ۱ بیشتر از آلترناتیو ۲ می‌باشد. بر این اساس آلترناتیو اول تعیین می‌شود.

۲۶- گزینه ۳)

در آلدپ اولین بخش تصادفی انتخاب می‌شود؛ ولی سایر بخش‌ها براساس حداکثر رابطه با بخش قبلی یا حداقل درجه نزدیکی مشخص شده استقرار می‌یابد که به‌صورت نواری در کنار آخرین بخشی که قبلاً استقرار پیدا کرده است، انجام می‌شود.

۲۷- گزینه ۲)

← نکته معیار کورلپ عبارت است از:

(حاصل ضرب کوچک‌ترین فاصله بین مرزهای مشترک دپارتمانی در درجه نزدیکی)  $\Sigma$  = معیار طرح

| امتیاز | درجه نزدیکی | حاصل ضرب       | فاصله | ارتباطات | زوج بخش‌ها |
|--------|-------------|----------------|-------|----------|------------|
|        |             | .              | .     | A        | (۱ و ۲)    |
| ۶      | A           | .              | .     | E        | (۱ و ۳)    |
| ۵      | E           | .              | .     | O        | (۱ و ۴)    |
| ۴      | I           | .              | .     | E        | (۱ و ۵)    |
| ۳      | O           | .              | .     | I        | (۲ و ۳)    |
| ۲      | U           | .              | .     | A        | (۲ و ۴)    |
| ۱      | X           | $۱۰ \times ۲$  | ۱۰    | U        | (۲ و ۵)    |
|        |             | .              | .     | E        | (۳ و ۴)    |
|        |             | .              | .     | O        | (۳ و ۵)    |
|        |             | $۱۰ \times ۲$  | ۱۰    | U        | (۴ و ۵)    |
|        |             | $۲۰ + ۲۰ = ۴۰$ | معیار |          |            |

جواب سازمان سنجش گزینه (۱) می‌باشد.

۲۸- گزینه ۲)

برای ارزیابی طرح استقرار آلدپ، ارتباط بخش‌های مجاور برحسب وزن‌های خاص آن‌ها جمع می‌شود و دو برابر آن به عنوان امتیاز طرح لحاظ می‌شود.

$$A = ۶۴, E = ۱۶, I = ۴, O = ۱, U = ۰, X = -۱۰۲۴$$

بر این اساس بخش‌های مجاور عبارتند از:

(۴ و ۱)، (۴ و ۳)، (۱ و ۲)، (۱ و ۳)، (۲ و ۵)، (۳ و ۵)

درجات نزدیکی عبارتند از:  $E, U, E, A, A, U$

$$\text{امتیاز کل} = ۲ \times (۲ \times ۶۴ + ۲ \times ۱۶ + ۲ \times ۰) = ۳۲۰$$

۲۹- گزینه ۲)

← نکته از آنجایی که الگوریتم آلدپ از گوشه شمال غربی با عرض نوار تعیین شده به سمت پایین به صورت زیگزاگی بخش‌ها را استقرار می‌دهد، شکل کلی طرح استقرار به شکل مستطیل خواهد بود. بنابراین طرح خروجی آلدپ زمانی بهتر است که اولاً گشتاور بیشتری داشته باشد و ثانیاً شکل بخش‌ها منظم‌تر باشد تا تعدیلات کمتری لازم باشد.

۳۰- گزینه ۴)

بخش ۲، اولین بخش انتخابی است که آلدپ، آن را به‌صورت تصادفی انتخاب نموده است. با توجه به نمودار ارتباطات، بخش ۳، دومین بخش

می‌باشد؛ زیرا بیشترین درجه نزدیکی یعنی E را با بخش ۲ دارد و بخش ۱، سومین بخش است چون بیشترین درجه نزدیکی یعنی A را با بخش ۳ دارد و به همین ترتیب بخش‌های ۴ و ۵ هم استقرار می‌یابند.

۳۱- گزینه ۲)

الگوریتم کرافت، بخش‌هایی را جابه‌جا می‌کند که یا هم‌اندازه باشند یا همسایه. مساحت بخش ۳، دو برابر بخش ۶ می‌باشد و بخش ۳ و ۶ مجاور هم نیستند.

۳۲- گزینه ۱)

ابتدا بخش‌های همسایه استقرار فعلی را جهت معیار آلدپ تعیین می‌کنیم:

(۳ و ۷)، (۷ و ۵)، (۶ و ۷)، (۵ و ۶)، (۶ و ۱)، (۱ و ۲)، (۲ و ۱)، (۴ و ۱)، (۴ و ۲): بخش‌های همسایه

اما با تغییر مکان ۲ و ۴، قسمتی از استقرار به صورت زیر در می‌آید:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ... |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ... |

بخش‌های همسایه استقرار بالا عبارتند از:

(۷ و ۳)، (۷ و ۵)، (۶ و ۷)، (۵ و ۶)، (۶ و ۱)، (۱ و ۲)، (۲ و ۱): بخش‌های همسایه

تفاوت بخش‌های همسایه این دو استقرار عبارتند از: (۲ و ۱). رابطه ۲ و ۱، E می‌باشد.

$$2 \times (E) = 2 \times 4^2 = 32 = \text{تفاوت گشتاوری}$$

طرح از نظر رابطه فعالیت‌ها بهتر شده و به میزان ۳۲، گشتاور کاهش پیدا می‌کند.

۳۳- گزینه ۴)

نرخ محل را برای موقعیت‌های پیشنهادی حساب می‌کنیم، هر کدام بیشترین نرخ محل را داشت، انتخاب می‌شود.

(درجه نزدیکی بخش‌های مجاور)  $\Sigma$  = نرخ محل

$$D \text{ محل} = E + I = 4^2 + 4^1 = 20 : (4, 2) \quad (4, 1)$$

$$C \text{ محل} = I = 4^1 = 4 : (4, 1)$$

$$B \text{ محل} = E + I = 4^2 + 4^1 = 20 : (4, 2) \quad (4, 1)$$

$$A \text{ محل} = I + A = 4^1 + 4^3 = 68 : (4, 1) \quad (4, 3)$$

براین اساس محل A انتخاب می‌شود.

۳۴- گزینه ۴)

با تعویض دو بخش A و B، ماتریس مسافت را تشکیل داده و با حاصل ضرب این ماتریس در ماتریس جریان، هزینه کل حمل و نقل به دست می‌آید:

|   | A | B | C | D |   | A | B  | C | D  |
|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|
| A | - | ۲ | ۳ | ۵ | A | - | ۱۰ | ۵ | ۱۵ |
| B |   | - | ۳ | ۳ | B |   | -  | ۲ | ۱۰ |
| C |   |   | - | ۲ | C |   |    | - | ۵  |
| D |   |   |   | - | D |   |    |   | -  |

فاصله  $\times$  جریان = هزینه کل

ماتریس فاصله

ماتریس جریان

$$156 = 10 \times 2 + 5 \times 3 + 15 \times 5 + 2 \times 3 + 10 \times 3 + 5 \times 2$$

با جابه‌جایی دو بخش A و B، ماتریس فاصله تغییر نکرده است.

۳۵- گزینه (۱)

الگوریتم‌های کامپیوتری و از جمله کورلپ لزوماً جواب بهینه را ارایه نمی‌کنند.

۳۶- گزینه (۱)

با دوران استقرار به اندازه ۹۰ مشاهده می‌شود که الگوریتم آلدپ ابتدا بخش ۳ و سپس بخش ۱ را مستقر کرده است.

۳۷- گزینه (۲)

$$TCR_{(1)} = A + E + O + E = 19$$

$$TCR_{(2)} = I + A + U + A = 18$$

$$TCR_{(3)} = E + O + E + I = 17$$

$$TCR_{(4)} = U + O + A + E = 16$$

$$TCR_{(5)} = E + U + O + U = 12$$

بر این اساس ابتدا بخش ۱ با بزرگ‌ترین TCR انتخاب می‌شود و به دنبال آن بخش ۲ که با بخش ۱ رابطه A دارد؛ انتخاب می‌شود. از بین بخش‌های باقیمانده، بخش ۴ به دلیل داشتن رابطه A با ۲ انتخاب می‌گردد. بخش چهارم، از بین بخش‌های ۳ و ۵ است که چون بخش ۳، TCR بزرگ‌تری دارد؛ انتخاب شده و در نهایت بخش ۵، آخرین بخشی است که استقرار می‌یابد.

$$\begin{array}{l} \text{✓ } TCR = 17, \text{ رابطه } E \text{ با } 1:3 \rightarrow \text{رابطه } A \text{ با } 2:4 \rightarrow \text{رابطه } A \text{ با } 1:2 \rightarrow 1: \text{استقرار بخش‌ها} \\ TCR = 12, \text{ رابطه } E \text{ با } 1:5 \end{array}$$

پس استقرار بخش‌ها به ترتیب زیر است:

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 5$$

بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) می‌توانند صحیح باشند اما گزینه (۲) صحیح‌تر است. زیرا رابطه بین ۴ و ۲ که از نوع A است، در آن رعایت شده است و بر این اساس نرخ محل بیشتری دارد.

۳۸- گزینه (۲)  
 الگوی زیگزاگ در الگوریتم آلدپ فقط در گزینه (۲) رعایت شده است.

۳۹- گزینه (۳)

$$TCR_{(1)} = A + O + I = 13$$

$$TCR_{(2)} = E + X + A = 12$$

$$TCR_{(3)} = U + E + O = 10$$

$$TCR_{(4)} = I + X + U = 7$$

بخش اول، بخش ۱، بخش با بیشترین TCR است. بخش دوم، بخش ۲ است که با بخش ۱ بیشترین درجه نزدیکی یعنی A را دارد و بخش سوم، بخش ۳ است که با بخش دوم رابطه E دارد و بخش چهارم، بخش ۴ می‌باشد. بر این اساس مناسب‌ترین استقرار عبارت است از:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ۴ | ۱ | ۲ | ۳ |
|---|---|---|---|

۴۰- گزینه (۱)

$$TCR_{(1)} = A + E + O + E = 19$$

$$TCR_{(2)} = E + U + I + A = 17$$

$$TCR_{(3)} = I + I + E + E = 18$$

$$TCR_{(4)} = U + I + U + O = 11$$

$$TCR_{(5)} = E + I + I + U = 15$$

بخش ۱ بیشترین TCR را دارد، بنابراین در مرکز طرح قرار می‌گیرد. بر این اساس گزینه‌های (۳) و (۴) رد می‌شوند. تفاوت گزینه‌های (۱) و



(۲) هم در محل استقرار بخش‌های ۴ و ۵ می‌باشد. بنابراین باید براساس نرخ محل عمل شود؛ یعنی هر گزینه‌ای که نرخ محل بهتری داشته باشد، انتخاب شوند.

$$\text{در گزینه (۱)} \begin{cases} \text{نرخ محل بخش ۴} = O + I + U = 9 & : (4-1), (4-3), (4-5) \\ \text{نرخ محل بخش ۵} = I + E + U = 11 & : (5-2), (5-1), (5-4) \end{cases}$$

$$\text{در گزینه (۲)} \begin{cases} \text{نرخ محل بخش ۴} = U + O + U = 7 & : (4-2), (4-1), (4-5) \\ \text{نرخ محل بخش ۵} = I + E + U = 11 & : (5-3), (5-1), (5-4) \end{cases}$$

نرخ محل بخش ۵ در هر دو گزینه (۱) و (۲) یکسان است، اما نرخ محل بخش ۴ در گزینه (۱) بیشتر از گزینه (۲) است. بنابراین گزینه (۱) انتخاب می‌شود.

۴۱- گزینه ۳

← نکته طرح استقرار را می‌توان ۹۰ یا ۱۸۰ درجه دوران داد.

← نکته

در الگوریتم آلدپ، استقرار از گوشه شمال غربی به سمت پایین به اندازه عرض نوار به صورت زیگزاگ آغاز می‌شود. براساس دو نکته بالا، اگر ۹۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت استقرار را دوران دهیم، بخش ۴ اولین بخش استقرار یافته است و در صورت دوران استقرار به اندازه ۹۰ درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت، بخش ۲ اولین بخشی است که مستقر می‌شود.

۴۲- گزینه ۱

← نکته استقرار سریع بخش‌ها در طرح، به دلیل الگوی زیگزاگ استقرار بخش‌ها در الگوریتم آلدپ می‌باشد.

۴۳- گزینه ۳

$$TCR_{(1)} = A + E + O + E = 19$$

$$TCR_{(2)} = E + U + E + A = 18$$

$$TCR_{(3)} = U + I + E + E = 16$$

$$TCR_{(4)} = U + U + U + O = 9$$

$$TCR_{(5)} = E + E + I + U = 16$$

بر این اساس ابتدا بخش ۱ با بزرگ‌ترین TCR انتخاب می‌شود و به دنبال آن بخش ۲ که با بخش ۱ رابطه A دارد، انتخاب می‌شود. از بین بخش‌های باقیمانده بخش‌های ۳ و ۵ با بخش‌های ۱ و ۲ رابطه A داشته بنابراین به سراغ TCR آن‌ها می‌رویم چون TCR یکسانی دارند و مساحت بخش ۵ بزرگ‌تر است، بعد از بخش‌های ۱ و ۲ مستقر می‌گردد و به همین ترتیب، ابتدا بخش ۳ و سپس بخش ۴ برای استقرار انتخاب می‌شوند. یعنی:

$$\rightarrow \text{رابطه A با } 1 \rightarrow 2 : \begin{cases} \text{رابطه E با } 3:2,1, TCR=16, S=100 \\ \text{رابطه E با } 5:2,1, TCR=16, S=200 \checkmark \end{cases}$$

$$\rightarrow 4 \rightarrow \text{رابطه E با } 3:2,1$$

بر این اساس استقرار بخش‌ها به شرح زیر است:  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 3 \rightarrow 4$

۴۴- گزینه ۲

در الگوریتم کرافت بخش‌هایی جابه‌جا می‌شوند که با هم مساحت و یا همسایه باشند. بنابراین در مرحله بهبود جابه‌جایی‌های زیر امکان خواهد داشت. (۱ و ۳) و (۱ و ۶) و (۳ و ۶) و (۲ و ۴) و (۲ و ۵) و (۴ و ۵) و (۱ و ۵) و (۲ و ۳) و (۲ و ۶) و (۳ و ۴) و (۳ و ۵) و (۴ و ۶) و (۵ و ۶) و (۵ و ۳) یعنی ۱۳ جابه‌جایی. با فرض تثبیت یکی از جابه‌جایی‌های مرحله اول، در مرحله دوم، ۱۲ جابه‌جایی وجود دارد؛ یعنی در مجموع امکان ۲۵ جابه‌جایی وجود دارد.

۴۵- گزینه ۱

در الگوریتم کرافت در هر مرحله بهبود، جدول از- به جریان مواد، جدول هزینه حمل و نقل و مساحت بخش‌ها ثابت می‌ماند؛ اما جدول مسافت تغییر می‌کند.

۴۶- گزینه ۴

← نکته در الگوریتم کرافت تنها دپارتمان‌های همسایه و یا هم‌اندازه و یا مشترکا همسایه با بخش دیگر جابه‌جا می‌شوند. هریک از گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) در صورتی درست است که همه دپارتمان‌ها هم‌اندازه باشند. جواب سازمان سنجش گزینه (۲) می‌باشد.

۴۷- گزینه (۳) و (۴)

$$\begin{aligned} TCR_{(1)} &= E + O + I + O + U + U = 19 \\ TCR_{(2)} &= U + E + I + I + U + E = 22 \\ TCR_{(3)} &= U + U + O + U + U + O = 14 \\ TCR_{(4)} &= I + U + U + I + E + U = 19 \\ TCR_{(5)} &= A + I + I + U + I + O = 23 \\ TCR_{(6)} &= E + A + U + O + I + U = 22 \\ TCR_{(7)} &= U + U + U + U + I + E = 17 \end{aligned}$$

اولین دپارتمان، دپارتمانی است که بیشترین TCR را دارد و دومین دپارتمان، دپارتمانی که بیشترین درجه نزدیکی را با اولی دارد. این انتخاب به شرح زیر است:

$$\begin{array}{llll} 2 : TCR = 22 & 1 : 2 & E & TCR(1) = 19 \quad s_1 = 12 \\ 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 : TCR = 17 \rightarrow 4 : 2 & E & TCR(4) = 19 & s_2 = 12 \\ 4 : TCR = 19 & 7 : 6 & E & TCR(7) = 17 \end{array}$$

بعد از انتخاب بخش‌های ۵ و ۶، بخش ۲ با بیشترین TCR انتخاب می‌شود. بخش‌های ۱ و ۴ با بخش ۲ رابطه E و بخش ۷ با بخش ۶ رابطه E دارند که از این بین بخش‌های ۱ و ۴ با TCR بزرگ‌تر انتخاب می‌شوند و چون مساحت هر دو یکسان است؛ یکی به تصادف انتخاب می‌گردد. بنابراین بخش‌های ۱ و ۴ در امتداد هم قرار می‌گیرند. و بخش ۷ به دلیل رابطه E با بخش ۶ و در نهایت بخش ۳ جهت استقرار انتخاب می‌گردد. بر این اساس:

$$\begin{array}{llll} 5 \rightarrow 6 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 7 : 6 & E & \rightarrow 3 \\ 5 \rightarrow 6 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 7 : 6 & E & \rightarrow 3 \end{array}$$

هریک از گزینه‌های (۳) و (۴) صحیح می‌باشد.

۴۸- گزینه (۱)

هزینه حمل و نقل گزینه‌های محاسبه شده و استقرار، متناظر با کمترین هزینه انتخاب می‌شود. البته از روی ماتریس جریان متقابل می‌توان این گونه استدلال کرد که چون جریان بین بخش‌های A و C و همچنین زوج بخش‌های (D و A) ، (D و E) و (C و B) بیشترین مقدار می‌باشد؛ بنابراین طرح استقراری که این زوج بخش‌ها را نزدیک هم داشته باشد، طرح استقرار پلانت می‌باشد که در گزینه (۱) دیده می‌شود.

### پاسخنامه آزمون آزاد

۴۹- هیچ کدام

الگوریتم‌های CRAFT و COFAD هر دو جزو الگوریتم‌های بهبود دهنده‌ی استقرار به شمار می‌روند.

۵۰- گزینه (۱)

در الگوریتم CRAFT، هزینه‌های انتقال مستقل از وسیله بوده و با طول مسیر رابطه‌ی خطی دارند.

۵۱- گزینه (۴)

MPS، برنامه اصلی تولید و SAS یک نرم‌افزار تجزیه و تحلیل آماری و LINDO یک نرم‌افزار تحقیق در عملیات است؛ ولی CRAFT یکی از برنامه‌های کامپیوتری استقرار است.

۵۲- گزینه (۲)

روش CRAFT جواب بهینه ارایه نمی‌دهد و هزینه‌های انتقال با طول مسیر رابطه خطی دارند و برای استقرار در یک طبقه کاربرد دارد.

۵۳- گزینه (۱)

خروجی روش ALDEP نیاز به تعدیلات دارد؛ زیرا خروجی را به صورت نامنظم ارائه می‌کند.

۵۴- گزینه (۴)

روش ALDEP، در انتخاب دپارتمان اول تصادفی عمل می‌کند و در سایر انتخاب‌ها در شرایط مساوی نیز تصادفی عمل می‌نماید.

۵۵- گزینه (۱)

ALDEP و CORELAP از چارت رابطه فعالیت‌ها به منظور استقرار استفاده می‌کند.

۵۶- هیچ‌کدام

در ALDEP و CRAFT می‌توان محل بعضی از بخش‌ها را ثابت نگه داشت.

۵۷- گزینه (۱)

روش CRAFT به محاسبه هزینه حمل و نقل می‌پردازد.

۵۸- گزینه (۳)

الگوریتم CRAFT یک روش بهبود دهنده است و برای شروع به یک طرح اولیه استقرار با مقیاس نیاز دارد.

۵۹- گزینه (۲)

|   | ۲   | ۱۰  |
|---|-----|-----|
| A | ۲/۵ | ۴/۵ |
| B | ۳/۵ | ۲/۵ |

$$\text{موقعیت (۲)} = ۲/۵ \times (۴ + ۶) + ۳/۵ \times (۳ + ۲) = ۴۲/۵$$

$$\text{موقعیت (۱۰)} = ۴/۵ \times (۴ + ۶) + ۲/۵ \times (۳ + ۲) = ۵۷/۵$$

موقعیت (۲) بهتر است.

۶۰- گزینه (۲)

روش ALDEP در هر مرحله، تعدادی طرح استقرار با امتیاز قابل قبول از پیش مشخص شده تولید می‌کند. همچنین می‌تواند طرح‌ها را در چند طبقه ایجاد نماید. حداکثر تعداد دپارتمان‌ها بیش از ۶۰ می‌باشد. محل برخی دپارتمان‌ها می‌تواند ثابت باشد و اولین دپارتمان تصادفی انتخاب می‌شود.

۶۱- هیچ‌کدام

تمامی گزینه‌های ارائه شده برای روش کرافت در سؤال غلط است.

۶۲- گزینه (۱)

میزان TCR برای تمامی دپارتمان‌ها محاسبه می‌شود.

$$TCR_{(۱)} = U + I + A + U = ۴۴$$

$$TCR_{(۲)} = U + E + U + U = ۲۲$$

$$TCR_{(۳)} = O + I + U + I = ۲۲$$

$$TCR_{(۴)} = E + O + E + A = ۷۰$$

$$TCR_{(۵)} = E + I + U + U = ۲۸$$

پس دپارتمان اول، دپارتمان ۴ است و دپارتمان دوم، دپارتمان ۱ است که با ۴ رابطه A دارد. اما دپارتمان سوم دپارتمان ۵ یا ۲ است که چون  $TCR_{(۵)}$  بیشتر است، دپارتمان ۵، دپارتمان سوم انتخابی است بنابراین نحوه انتخاب دپارتمان‌ها به شرح زیر است:

$$۴ \rightarrow ۱ \rightarrow ۵ \rightarrow ۲ \rightarrow ۳$$

۶۳- گزینه ۲)

راه اول: می‌بایست میزان تخمین تقریبی جابجایی‌های دو بخش محاسبه شود و کمترین مقدار به عنوان اولین جابه‌جایی لحاظ شود. این محاسبه با حاصلضرب ماتریس جریان متقابل در تفاوت فاصله محاسبه می‌شود. این راه طولانی است.  
 راه دوم: بخش‌های با جریان بیشتر به فاصله‌های کمتری برسند.

|   | A | B  | C  | D  |
|---|---|----|----|----|
| A | - | ۴۰ | ۱۵ | ۶۰ |
| B |   | -  | ۶۵ | ۲۵ |
| C |   |    | -  | ۴۰ |
| D |   |    |    | -  |

ماتریس مسافت

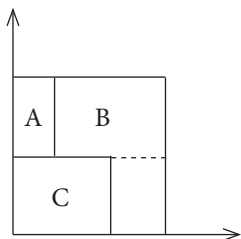
|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| A | - | ۳ | ۶ | ۸ |
| B |   | - | ۲ | ۴ |
| C |   |   | - | ۲ |
| D |   |   |   | - |

ماتریس جریان متقابل

بر این اساس جابه‌جایی دو بخش C و D، تعویض خوبی است.

۶۴- هیچ‌کدام

با جابه‌جایی دو بخش B و C مراکز ثقل آن‌ها نیز تغییر می‌کند. ضمن آنکه تعداد نقاط گوشه‌ای آن‌ها نیز به دلیل عدم یکسانی مساحت‌ها تغییر می‌نماید.  
 $(x_i, y_i)$ : مرکز ثقل بخش i ام



$$(x_A, y_A) = (1, 6)$$

$$(x_C, y_C) = (3, 2)$$

$$x_B = \frac{S_1}{S_1 + S_r} x_{B1} + \frac{S_r}{S_1 + S_r} x_{B2}$$

$$x_B = \frac{8}{32} \times 7 + \frac{24}{32} \times 5 = 5/5$$

$$y_B = \frac{S_1}{S_1 + S_r} y_{B1} + \frac{S_r}{S_1 + S_r} y_{B2}$$

$$y_B = \frac{8}{32} \times 2 + \frac{24}{32} \times 6 = 5$$

$$\Rightarrow (x_B, y_B) = (5/5, 5)$$

حال ماتریس فاصله محاسبه می‌شود و در ماتریس جریان متقابل ضرب شده تا هزینه حاصل شود.

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A | - | ۳ | ۸ |
| B |   | - | ۴ |
| C |   |   | - |

ماتریس جریان متقابل

|   | A | B   | C   |
|---|---|-----|-----|
| A | - | ۵/۵ | ۶   |
| B |   | -   | ۵/۵ |
| C |   |     | -   |

ماتریس فاصله

$$\text{هزینه} = 5/5 \times 3 + 6 \times 8 + 4 \times 5/5 = 86/5$$

۶۵- گزینه ۳)

به پاسخ سؤال ۶۴ نگاه کنید، فقط نام بخش‌ها تغییر دارد، یعنی با جابه‌جایی دو بخش B و C داریم:

$$(5/5 \text{ و } 5) \text{ C, } (3 \text{ و } 2) \text{ B}$$

۶۶- گزینه ۴)

فقط روش ALDEP است که تعداد طرح‌های استقراری که باید تولید شود را به عنوان اطلاعات ورودی می‌پذیرد.

۶۷- گزینه ۲)

الگوریتم CRAFT می‌تواند هزینه جابه‌جایی مواد را حداقل کند.

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

## ۱- گزینه ۳

با توجه به جدول، بیشترین جریان‌ها مربوط به بخش ۵ بوده که ثابت است. همچنین بخش ۴ نیز با بخش‌های ۳ و ۱، ۲۰ واحد جریان ارتباط دارد. بخش‌های ۳ و ۴ در استقرار مربوطه نزدیک به هم هستند، پس تنها کافی است که بخش‌های ۱ و ۴ نیز در مجاورت هم قرار گیرند، بنابراین جای بخش‌های ۱ و ۲ را عوض می‌کنیم.

|   | ۱ | ۲  | ۳  | ۴  | ۵  |
|---|---|----|----|----|----|
| ۱ |   | ۱۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۲۰ |
| ۲ |   |    | ۱۰ | ۱۰ | ۲۰ |
| ۳ |   |    |    | ۲۰ | ۲۰ |
| ۴ |   |    |    |    | ۲۰ |
| ۵ |   |    |    |    |    |

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل سیزدهم

| پاسخ     | تست | پاسخ | تست | پاسخ     | تست |
|----------|-----|------|-----|----------|-----|
| ۴        | ۴۶  | ۱    | ۲۴  | ۴        | ۱   |
| ۴ و ۳    | ۴۷  | ۲    | ۲۵  | ۲        | ۲   |
| ۱        | ۴۸  | ۳    | ۲۶  | هیچ کدام | ۳   |
| هیچ کدام | ۴۹  | ۲    | ۲۷  | ۲        | ۴   |
| ۱        | ۵۰  | ۲    | ۲۸  | ۱        | ۵   |
| ۴        | ۵۱  | ۲    | ۲۹  | ۳        | ۶   |
| ۲        | ۵۲  | ۴    | ۳۰  | ۳        | ۷   |
| ۱        | ۵۳  | ۲    | ۳۱  | ۱        | ۸   |
| ۴        | ۵۴  | ۱    | ۳۲  | ۳        | ۹   |
| ۱        | ۵۵  | ۴    | ۳۳  | ۳        | ۱۰  |
| هیچ کدام | ۵۶  | ۴    | ۳۴  | ۱        | ۱۱  |
| ۱        | ۵۷  | ۱    | ۳۵  | ۲        | ۱۲  |
| ۳        | ۵۸  | ۱    | ۳۶  | ۱        | ۱۳  |
| ۲        | ۵۹  | ۲    | ۳۷  | ۴        | ۱۴  |
| ۲        | ۶۰  | ۲    | ۳۸  | ۲        | ۱۵  |
| هیچ کدام | ۶۱  | ۳    | ۳۹  | ۴        | ۱۶  |
| ۱        | ۶۲  | ۱    | ۴۰  | ۱        | ۱۷  |
| ۲        | ۶۳  | ۳    | ۴۱  | ۲        | ۱۸  |
| هیچ کدام | ۶۴  | ۱    | ۴۲  | ۳        | ۱۹  |
| ۳        | ۶۵  | ۳    | ۴۳  | ۴        | ۲۰  |
| ۴        | ۶۶  | ۲    | ۴۴  | ۴        | ۲۱  |
| ۲        | ۶۷  | ۱    | ۴۵  | ۳        | ۲۲  |
|          |     |      |     | ۳        | ۲۳  |

## فصل چهاردهم

### توسعه و گسترش کارخانه و ارزیابی طرح

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

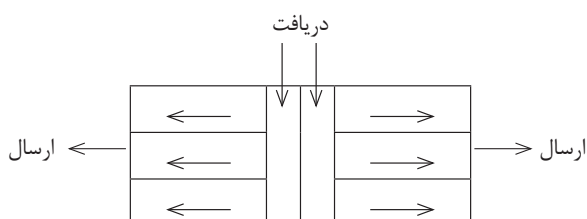
- توسعه و گسترش کارخانه و ارزیابی طرح
- طرح‌های توسعه و گسترش کارخانه
- ارزیابی طرح از نظر فن

## توسعه کارخانه

عواملی همچون عوامل هزینه، عواملی عمومی، عوامل مربوط به فضا و ساختمان باید در طرح توسعه کارخانه در نظر گرفته شود.

### الگوهای توسعه

#### ۱- روشی آینه‌ای (تصویری)



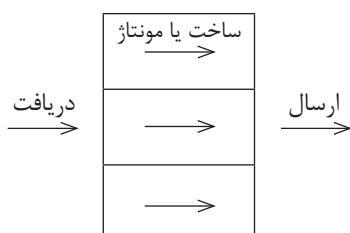
#### مزایا:

اجرای آن ساده است.  
 فضای تولید دو برابر می‌شود.  
 برای مواد اولیه، انبار مرکزی ایجاد می‌شود.  
 در جریان مواد گلوگاه ایجاد نمی‌شود.  
 حداقل خرابی در ساختمان‌ها به وجود می‌آید.

#### معایب:

فقط یک بار امکان توسعه وجود دارد.  
 دو قسمت ارسال وجود دارد.  
 دو انبار برای محصول نهایی وجود دارد.

#### ۲- روشی خط مستقیم



#### مزایا:

دفعات توسعه نامحدود است.  
 اجرای آن ساده‌تر است.  
 مناسب برای جرثقیل‌های سقفی می‌باشد.

#### معایب:

توسعه دپارتمانی مشکل است.  
 زمین مسطح برای اجرا نیاز دارد.

#### ۳- روشی T شکل



#### مزایا:

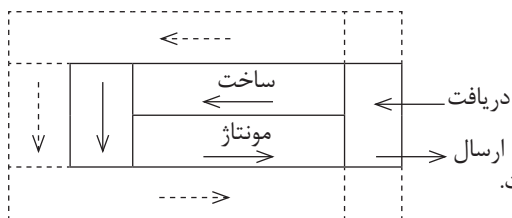
انتقال مواد کاهش می‌یابد.  
 از انبار در نقطه‌ای استفاده می‌توان بهره برد.  
 اضافه کردن یک یا چند دپارتمان به راحتی انجام می‌شود.  
 توسعه بخش‌ها به دور از خرابی سایر بخش‌هاست.

#### معایب:

در صورتی که لازم باشد، خط مونتاژ توسعه یابد می‌بایست برخی از دپارتمان‌ها را تغییر داد.



## ۴- روشی U شکل



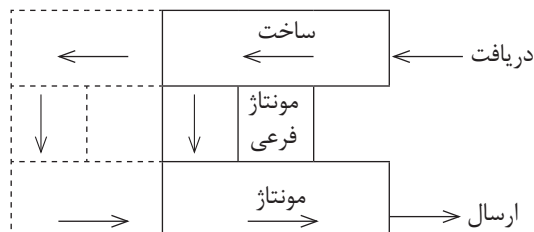
## مزایا:

توسعه به صورت لایه‌های متحدالمرکز در اطراف هسته U صورت می‌گیرد. بخش‌های دریافت و ارسال در یک‌جا قرار دارند. توسعه یکسان برای تمامی قسمت‌ها امکان‌پذیر است. وقتی که دیوارها موقت باشد یا برداشتن آن‌ها ساده باشد، این روش بسیار مناسب است.

## معایب:

پس از چند بار توسعه، شکل آن نامناسب شده و عملیات کندتر می‌شود.

## ۵- روشی C شکل



## مزایا:

برای جرثقیل‌های سقفی و وسایل حمل و نقل مناسب است. افزودن یک یا چند دیوارتمان جدید بدون قطع جریان مواد امکان‌پذیر است. بخش‌های دریافت و ارسال در یک‌جا قرار دارند.

## معایب:

ممکن است طرح فعلی مانع استفاده از این روش گردد.

## نکته

روش توسعه‌ی U، انعطاف‌پذیرتر از روش توسعه‌ی C است؛ زیرا روش U از سه طرف امکان توسعه دارد، در حالی که روش C از یک‌طرف توسعه می‌یابد.

## تست راهنما در روش توسعه به شکل U:

- خط تولید لزوماً باید به صورت U شکل طراحی شود.
- توسعه به صورت لایه‌های متحدالمرکز در اطراف هسته‌ی مرکزی شکل می‌گیرد.
- باید ورودی و خروجی مدار در دو طرف مقابل قرار گیرد.
- این روش تنها برای سیستم‌های تولید کارگاهی مناسب است.

(سراسری ۷۶)

## پاسخ تشریحی گزینه ۲

## ارزیابی طرح از نظر فنی

## شاخص‌های کارایی

۱) شاخص حمل و نقل غیرمستقیم  $\frac{a}{b}$ 

a: جمع مسافت‌هایی است که قطعه‌ای بین ماشین‌های مختلف به‌طور خودکار طی می‌کند.  
 b: کل مسافت طی شده توسط یک قطعه در کل مراحل تولید  
 این شاخص برای اندازه‌گیری کارایی تولید با توجه به میزان حمل و نقل استفاده می‌شود.

## ۲) شاخص حمل و نقل مستقیم b:

۳) شاخص استفاده از نیروی جاذبه  $\frac{d}{e}$ 

d: کل مسافت حرکات عمودی که توسط جاذبه انجام می‌شود.  
 e: کل مسافت حرکات عمودی

#### ۴) شاخص انعطاف پذیری خط تولید $\frac{j}{k}$

j: تعداد ماشین‌ها و یا ایستگاه‌های کاری که بر روی قطعات تحت بررسی، عملیاتی انجام می‌دهند و می‌توان آن‌ها را در طول خط تولید در یک شیفت کاری تغییر مکان داد.

K: تعداد کلی ماشین‌ها یا ایستگاه‌های کاری در خط تولید که بر روی قطعات تحت بررسی، عملیاتی انجام می‌دهند.

#### ۵) شاخص انعطاف پذیری محوطه تولیدی $\frac{j}{k}$

j: تعداد ماشین‌ها یا ایستگاه‌های کاری در محوطه‌ی مورد نظر که می‌توان آن‌ها را در طول یک نوبت کاری به محوطه‌ی دیگر منتقل کرد.  
k: تعداد کل ماشین‌ها یا ایستگاه‌های کاری در محوطه‌ی مورد نظر

#### ۶) شاخص بارگذاری خودکار $\frac{f}{100g}$

f: حاصل جمع درصد زمان گذاشتن و برداشتن بار نسبت به زمان سیکل کار  
g: تعداد کارگران این ماشین‌آلات

#### ۷) شاخص تراکم تولید

$$\frac{(m+r)(n+r)+p}{q-(r+u)}$$

m: حداکثر طول ماشین      n: حداکثر عرض ماشین      p: مساحت فضای عملیات  
u: مساحت انبارهای موقت و فضای اشغال شده توسط ابزارها و تجهیزات خاص  
r: مساحت راهروها      q: کل مساحت محوطه‌ی مورد نظر

#### ۸) شاخص میزان استفاده از زمین

$$\frac{\sum m.n + \sum p}{q-(r+u)}$$

پارامترهای این شاخص با شاخص تراکم تولید یکی است.

#### ۹) شاخص مساحت راهروها $\frac{r}{q}$

#### ۱۰) شاخص مساحت انبارها $\frac{q-u}{q}$

#### ۱۱) شاخص حجم انبارها $\frac{v}{w}$

v: حجم اشغال شده توسط مواد خام یا محصولات ساخته شده در انبار

w: کل حجم موجود برای انبار کردن مواد

این شاخص، معیار خوبی برای ارزیابی روش‌های بسته‌بندی، پالت‌پذیری و انتقال مواد در انبار می‌باشد.

### تست راهنما

شاخص انعطاف‌پذیری تولید کدام گزینه‌ی زیر است؟ j و k به شیوه‌ی زیر تعریف شدند:

j: تعداد ماشین‌ها یا ایستگاه‌های کاری که عملیات مربوط به قطعه‌ی مورد نظر را انجام می‌دهند و می‌توان آن‌ها را در طول یک نوبت کار به قسمت دیگر در خط تولید منتقل کرد.

k: تعداد کل ماشین‌ها یا ایستگاه‌های کاری در خط تولید که عملیات مربوط به قطعه‌ی مورد نظر را انجام دهد.

(۱)  $\frac{j}{k}$       (۲)  $\frac{k}{j}$       (۳)  $\frac{j-k}{k}$       (۴)  $\frac{k-j}{j}$       (سراسری ۷۴)

### پاسخ تشریحی

گزینه (۱)

#### ۱۲) شاخص فضای انبارها: $\frac{Q-U}{Q}$

Q: کل مساحت محوطه‌ی مورد نیاز

U: مساحت اشغال شده توسط انبارهای موقت، ابزارها و تجهیزات خاص

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل چهاردهم

## تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- اگر  $Q$  مساحت مورد مطالعه‌ی سالن تولید و  $U$  کل مساحت اشغال شده توسط انبار موقت یا دائمی مواد اولیه و ابزار در سالن تولیدی باشد، کدام گزینه‌ی زیر شاخص مساحت انبار را مشخص می‌کند؟

$$\begin{array}{llll} \frac{Q}{U} & (1) & \frac{Q}{Q-U} & (2) \\ \frac{U}{Q} & (3) & \frac{Q-U}{Q} & (4) \end{array}$$

(سراسری ۷۲)

۲- شاخص حجم انبار در ارزیابی کارخانه به صورت کدام گزینه مشخص می‌شود؟  
 $W$ : کل حجم موجود برای انبار کردن مواد یا محصولات  
 $V$ : حجم اشغال توسط مواد خام

$$\begin{array}{llll} \frac{V}{W} & (1) & \frac{W-V}{W} & (2) \\ \frac{V-W}{W} & (3) & \frac{W}{V} & (4) \end{array}$$

(سراسری ۷۳)

۳- در توسعه‌ی کارخانه به شکل  $T$ :

- (۱) برای وسایل حمل و نقل بالابری، به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.
- (۲) بخش‌های ساخت قابل توسعه نبوده و بخش مونتاژ قابل توسعه است.
- (۳) امکان استفاده از ستون‌های بخش‌های مجاور وجود داشته و انبار در محل امکان‌پذیر می‌شود.
- (۴) ممکن است بخش‌های دریافت و ارسال هر کدام به دو قسمت مجزا تقسیم شوند و کنترل انبارها مشکل شود.

(سراسری ۷۹)

۴- کدام عبارت برای الگوی توسعه‌ی خط مستقیم صحیح است؟

- (۱) الگوی توسعه‌ی خط مستقیم فقط یک‌بار امکان توسعه را فراهم می‌کند.
- (۲) الگوی توسعه‌ی خط مستقیم باعث افزایش طول خط می‌شود.
- (۳) در الگوی توسعه‌ی خط مستقیم محل‌های دریافت و ارسال در یک طرف قرار دارند.
- (۴) الگوی توسعه‌ی خط مستقیم برای استفاده از جرثقیل‌های سقفی مناسب است.

(سراسری ۸۳)

## تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۵- اگر کل مساحت سالن ۲۰۰ مترمربع و ۵۰ درصد سطح آن توسط انبار پوشیده شده باشد، مقدار شاخص مساحت انبار چقدر است؟

$$\begin{array}{llll} \frac{200}{200+100} & (4) & \frac{200+100}{100} & (3) \\ \frac{200}{200-100} & (2) & \frac{200-100}{200} & (1) \end{array}$$

(آزاد ۸۱)

## تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) الگوی جریان زیگزاگ زمانی که خط تولید نسبت به فضای موجود طولانی باشد، برگزیده می‌شود.
- (۲) الگوی جریان تنها به ابعاد سالن تولید بستگی داشته و مستقل از تسهیلات عمومی حمل و نقل است.
- (۳) الگوی جریان خط مستقیم چنانچه تسهیلات عمومی حمل و نقل در یک سمت کارخانه باشد، انتخاب می‌شود و به تعداد اجزای تشکیل‌دهنده محصول و تعداد ماشین‌آلات بستگی ندارد.
- (۴) الگوی جریان  $U$  شکل، هنگامی که خط تولید پیچیده بوده و نیاز به فضای بالاسری زیاد باشد، انتخاب می‌شود.

## پاسخنامه‌ی تشریحی فصل چهاردهم

## پاسخنامه‌ی آزمون سراسری

۱- گزینه ۴)

شاخص مساحت انبار  $\frac{Q-U}{Q}$  است که  $Q$  مساحت مورد مطالعه سالن و  $U$  کل مساحت اشغال شده توسط انبار موقت یا دائمی مواد اولیه و انبار در سالن تولید را نشان می‌دهد.

۲- گزینه ۱)

شاخص حجم انبار  $\frac{U}{W}$  است که  $U$  حجم اشغال شده توسط مواد خام و  $W$  کل حجم موجود برای انبار کردن مواد یا محصولات را نشان می‌دهد.

۳- گزینه ۲)

در توسعه کارخانه به روش  $T$  شکل بخش‌های ساخت قابل توسعه نبوده و بخش مونتاژ قابل توسعه است.

۴- گزینه ۴)

در الگوی توسعه خط مستقیم ارسال و دریافت در دو طرف مقابل قرار دارند و امکان توسعه آن نامحدود است و منجر به افزایش طول خط نمی‌شود و برای جرثقیل‌های سقفی مناسب است.

## پاسخنامه‌ی آزمون آزاد

۵- گزینه ۱)

$$\text{شاخص مساحت انبار} = \frac{\text{مساحت اشغالی توسط انبار} - \text{کل مساحت سالن}}{\text{کل مساحت سالن}} = \frac{200 - 50\% \times 200}{200} = \frac{200 - 100}{200}$$

## پاسخنامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه ۱)

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل چهاردهم

| تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| ۱   | ۴    | ۳   | ۲    | ۵   | ۱    |
| ۲   | ۱    | ۴   | ۴    |     |      |

# فصل پانزدهم

## مدل‌های مکان‌یابی

آنچه در این فصل می‌خوانیم:

- مدل‌های مکان‌یابی
- مکان‌یابی و انواع فاصله‌های معروف در مکان‌یابی
  - روش فاصله پله‌ای
  - روش مجذور فاصله مستقیم
  - روش فاصله مستقیم
  - روش خطوط هم‌تراز (کانتورها)
- مدل تخصیص
- مدل‌های تصمیم‌گیری

## مکان‌یابی (جایی)

هدف تعیین محل یک تسهیل جدید یا بیشتر، در بین تسهیلات موجود می‌باشد. مکان‌یابی بر دو نوع پیوسته و گسسته است. در مکان‌یابی گسسته چند محل به‌عنوان محل‌های نامزد استقرار در نظر گرفته می‌شود. که در نهایت یک محل انتخاب می‌شود؛ اما در مکان‌یابی پیوسته می‌بایست یک محل جهت استقرار تعیین گردد.

**نکته** در تصمیمات مکان‌یابی، اهداف مختلفی اعم از کمینه کردن مجموع وزنی فواصل بین تسهیل جدید و تسهیلات موجود یا کمینه کردن بیشترین فاصله بین تسهیل جدید و تسهیلات موجود در نظر گرفته می‌شود.

## انواع فاصله‌های معروف در مکان‌یابی

۱- فاصله مختصاتی یا پله‌ای یا عمود برهم، شکسته خطی

۲- فاصله مستقیم یا اقلیدوسی یا مورب

۳- مجذور فاصله مستقیم یا ثقلی

## فاصله مختصاتی یا پله‌ای در جایی (حالت پیوسته)

(X و Y): مختصات تسهیل جدید

( $a_i, b_i$ ): مختصات تسهیلات موجود (m و ۱ و ۲ و ...)

$W_i$ : ارتباط تسهیل موجود i با تسهیل جدید

$$\text{Min } f(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

**روش‌های حل:** ترسیمی، میانه، اوزان تجمعی، برنامه‌ریزی خطی، روش خطوط کانتور.

### تست راهنما

فرض کنید پنج ماشین در سطح کارگاه وسیعی مستقر شده‌اند. قرار است ماشین جدیدی وارد این کارگاه شود. میزان واحد بارهایی که قرار است بین این ماشین جدید و هر کدام از پنج ماشین موجود حمل شود و همین‌طور مختصات محل استقرار ماشین‌های موجود نسبت به یک مبدا خاص، به‌صورت جدول زیر است. اگر حرکت بارها در طول راهروهای عمود بر هم انجام شود، کدام مختصات به‌عنوان محل استقرار ماشین جدید، مناسب است؟

| ماشین | مختصات  | تعداد بارها |
|-------|---------|-------------|
| ۱     | (۳ و ۳) | ۱۰          |
| ۲     | (۷ و ۰) | ۱۲          |
| ۳     | (۷ و ۳) | ۲           |
| ۴     | (۴ و ۱) | ۶           |
| ۵     | (۵ و ۲) | ۱۰          |

(۱ و ۷) (۰)

(۲ و ۵) (۲)

(۳ و ۳) و (۵ و ۲) (۳)

(۴) کلیه نقاط روی اضلاع یک مستطیل و نقاط داخل آن

(سراسری ۸۲)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۲

ساده‌ترین و سریع‌ترین روش، روش اوزان تجمعی است. روش اوزان تجمعی از روش میانه نشأت گرفته است.

• مرتب کردن مختصات X و Y از کوچک به بزرگ و قرار دادن اوزان متناظر با هر X و Y

• محاسبه جمع اوزان به‌صورت تجمعی و تقسیم آن بر ۲

• مقایسه عدد به‌دست آمده با  $\sum W_i$  (ستون جمع اوزان):

(۱) در صورتی که عدد به‌دست آمده دقیقاً برابر با یکی از  $\sum W_i$  ها باشد، بازه بین X یا Y مربوط به آن  $\sum W_i$  و X یا Y بعدی جواب بهینه است.

(۲) در صورتی که عدد به‌دست آمده بین دو مقدار از  $\sum w_i$  ها قرار گیرد، مقدار  $x$  یا  $y$  مربوط به  $\sum w_i$  بزرگ‌تر به عنوان جواب بهینه انتخاب می‌شود.

| $x$ | $w_i$ | $\sum w_i$ | $y$ | $w_i$ | $\sum w_i$ |
|-----|-------|------------|-----|-------|------------|
| ۰   | ۱۲    | ۱۲         | ۳   | ۱۰    | ۱۰         |
| ۱   | ۶     | ۱۸         | ۴   | ۶     | ۱۶         |
| ۲   | ۱۰    | ۲۸         | ۵   | ۱۰    | ۲۶         |
| ۳   | ۲     | ۳۰         | ۷   | ۱۲    | ۳۸         |
| ۳   | ۱۰    | ۴۰         | ۷   | ۲     | ۴۰         |

$$\frac{40}{2} = 20$$

$$16 < 20 < 26 \rightarrow y^* = 5$$

$$\frac{40}{2} = 20$$

$$18 < 20 < 28 \rightarrow x^* = 2$$

بر این اساس:

$$(x^*, y^*) = (2, 5)$$

**تست راهنما** ۳ ماشین در یک کارگاه مستقر است. قرار است ماشین جدیدی بین آن‌ها مستقر شود. محل استقرار ۳ ماشین موجود به شرح

زیر است.

$$p_1 = (3, 10) \quad p_2 = (4, 5) \quad p_3 = (6, 1)$$

حجم حمل و نقل بین ماشین‌های موجود و ماشین جدید به ترتیب  $w_p = ?$ ،  $w_p = 5$ ،  $w_1 = 15$  می‌باشد. به ازای چه مقدار از  $w_p$  منطقه جواب بهینه یک سطح خواهد بود؟ (فرض می‌شود مسیرهای حمل و نقل پله‌ای است)

$$w_p = 5 \quad (2)$$

$$w_p = 3 \quad (1)$$

$$(4) \quad w_p \text{ می‌تواند بین } 5 \text{ تا } 10 \text{ متغیر باشد.}$$

$$w_p = 10 \quad (3)$$

(سراسری ۸۳)

**پاسخ تشریحی** گزینه ۳

**نکته** از راه تست کردن گزینه‌ها، به راحتی می‌توان مقدار  $w_p$  را به‌دست آورد.

| $x$                                       | $w_i$ | $\sum w_i$ | $y$                                       | $w_i$ | $\sum w_i$ |
|---|-------|------------|---|-------|------------|
| ۳   | ۱۵    | ۱۵         | ۱   | ۵     | ۵          |
| ۴   | $w_p$ | $15 + w_p$ | ۵   | $w_p$ | $5 + w_p$  |
| ۶   | ۵     | $20 + w_p$ | ۱۰  | ۱۵    | $20 + w_p$ |
| $\frac{20 + w_p}{2} = 10 + \frac{w_p}{2}$ |       |            | $\frac{20 + w_p}{2} = 10 + \frac{w_p}{2}$ |       |            |

مقدار  $10 + \frac{w_p}{2}$  باید با یکی از مقادیر ۱۵ و  $15 + w_p$  در حالت  $x$  و با یکی از مقادیر ۵ و  $5 + w_p$  در حالت  $y$  برابر باشد تا منطقه بهینه یک سطح شود.

$$\begin{cases} 10 + \frac{w_p}{2} = 15 \\ \text{یا} \\ 10 + \frac{w_p}{2} = 15 + w_p \end{cases} \quad \begin{cases} 10 + \frac{w_p}{2} = 5 \rightarrow \\ 10 + \frac{w_p}{2} = 5 + w_p \end{cases}$$

غیرممکن است چون باید  $w_p > 0$  باشد.

بر اساس روابط دیگر  $w_p = 10$  به‌دست می‌آید.

## مکان‌یابی تکی در حالت مجذور مستقیم در حالت پیوسته

$$\text{Min } f(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i [(x - a_i)^r + (y - b_i)^r]$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = 0 \Rightarrow x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i}$$

$(x^*, y^*)$ : محل بهینه دستگاه جدید

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = 0 \Rightarrow y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i}$$

مجدور مستقیم در عمل مصداقی ندارد، ولی از آن می‌توان به‌عنوان جواب اولیه روش فاصله مستقیم استفاده کرد.

← نکته

در کارگاهی ۴ ماشین که مختصات مکانی آنها به‌صورت زیر است، استقرار دارند.

تست راهنما

$$p_1 = (3, 2), p_2 = (4, 8), p_3 = (5, 2), p_4 = (8, 4)$$

می‌خواهیم ماشین جدیدی بین ماشین‌های موجود استقرار دهیم، به شرط این‌که بین ماشین جدید و ماشین‌های موجود فاصله به‌صورت مجذور فاصله مستقیم در نظر گرفته باشد و ماشین جدید با ماشین‌های موجود ارتباط یکسانی داشته و هزینه هر واحد مسافت برابر یک واحد پولی باشد، اگر نقطه بهینه جدید قابل استفاده نباشد، بهترین نقطه در امتداد طولی که هزینه‌اش برابر ۵۴ واحد باشد، چیست؟

$$x = 7 \quad (4)$$

$$x = 6 \quad (3)$$

$$x = 5 \quad (2)$$

$$x = 4 \quad (1)$$

(سراسری ۸۴)

پاسخ تشریحی

گزینه ۴

ابتدا مختصات نقطه بهینه روش مجذور فاصله مستقیم محاسبه می‌شود:

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{3w + 4w + 5w + 8w}{4w} = 5$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{2w + 8w + 2w + 4w}{4w} = 4$$

اما نقطه بهینه قابل استفاده نمی‌باشد و باید در امتداد خط طولی نقطه‌ای یافت که هزینه استقرار در آن نقطه ۵۴ واحد باشد. این نقطه

$$f(x, y) = \sum w_i [(x - a_i)^r + (y - b_i)^r]$$

مختصاتی همچون  $(x, 4)$  خواهد داشت:

$$54 = (x - 3)^r + (x - 4)^r + (x - 5)^r + (x - 8)^r + (4 - 2)^r + (4 - 8)^r + (4 - 2)^r + (4 - 4)^r$$

با حل معادله یا چک کردن گزینه‌ها در آن،  $x = 7$  به‌دست می‌آید.

## مکان‌یابی تکی در فاصله مستقیم (اقلیدوسی) در حالت پیوسته

$$\text{Min } f(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i [(x - a_i)^r + (y - b_i)^r]^{\frac{1}{r}}$$

هدف یافتن  $(x^*, y^*)$  است که می‌توان الگوریتم زیر را دنبال کرد اما در مسایل چهارگزینه‌ای کافی است تابع فاصله برای گزینه‌ها محاسبه شود و کمترین مقدار به‌عنوان جواب لحاظ شود.

گام ۱) تعیین نقطه شروع (جواب اولیه)  $(x^k, y^k)$  و  $k = 0$  و  $\varepsilon$

$$\gamma_i(x^k, y^k) = \frac{w_i}{[(x - a_i)^r + (y - b_i)^r]^{\frac{1}{r}}}$$

گام ۲) محاسبه مقادیر  $\gamma_i(x^k, y^k)$ :



گام ۳ محاسبه مقدار  $(x^{k+1}, y^{k+1})$ :

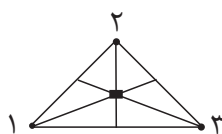
$$(x^{k+1}, y^{k+1}) = \left( \frac{\sum a_i \gamma_i(x^k, y^k)}{\sum \gamma_i(x^k, y^k)}, \frac{\sum b_i \gamma_i(x^k, y^k)}{\sum \gamma_i(x^k, y^k)} \right)$$

گام ۴  $|x^{k+1} - x^k| < \varepsilon$  یا  $|y^{k+1} - y^k| < \varepsilon$  باشد،  $(x^{k+1}, y^{k+1})$  جواب است، در غیر این صورت،  $k = k + 1$  و به گام ۲ بروید.

**نکته** در برخی موارد می‌توان با ترسیم، مکان نقطه بهینه را در فاصله مستقیم (اقلیدوسی) به‌دست آورد.

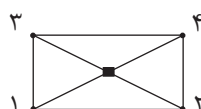
• محل تسهیلات موجود

■ محل تسهیل جدید



$$w_1 = w_2 = w_3$$

نقطه بهینه  $(x^*, y^*)$  در حالت اقلیدوسی محل برخورد میانه‌های مثلث می‌باشد.



$$w_1 = w_2 = w_3 = w_4 \text{ یا } w_1 = w_2 = 2w_3 = 2w_4$$

نقطه بهینه  $(x^*, y^*)$  در حالت اقلیدوسی محل برخورد اقطار مستطیل یا مربع است.

### تست راهنما

در کارگاهی ۳ ماشین زیر استقرار پیدا کردند.

$$p_1(1, 2) \quad p_2(9, 1) \quad p_3(1, 7)$$

قرار است در این کارگاه تجهیز جدید  $(x)$  که به یک نسبت با ۳ ماشین موجود ارتباط دارد، استقرار یابد. به‌فرض آنکه حمل و نقل بین تجهیز جدید و سه ماشین موجود به‌صورت مستقیم باشد، محل استقرار تجهیز جدید کجا خواهد بود؟

$$x = (5, 3) \quad (4) \quad x = (4, 3) \quad (3) \quad x = (3, 6) \quad (2) \quad x = (5, 4) \quad (1)$$

(سراسری ۸۳)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۳

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^3 w_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$(5, 4): f(5, 4) = \sqrt{16+4} + \sqrt{16+9} + \sqrt{16+9} = 14/47$$

$$(3, 6): f(3, 6) = \sqrt{4+16} + \sqrt{36+25} + \sqrt{4+1} = 14/51$$

$$(4, 3): f(4, 3) = \sqrt{9+1} + \sqrt{25+4} + \sqrt{9+16} = 13/54$$

$$(5, 3): f(5, 3) = \sqrt{16+1} + \sqrt{16+4} + \sqrt{16+16} = 14/25$$

یا کافی است میانه مثلث حاصل از  $P_1, P_2, P_3$  تعیین شود.

### روش خطوط تراز (کانکتور-هم‌هزینه)

خط و یا منحنی تراز، منحنی است که تمام نقاط موجود بر روی منحنی، هزینه‌های یکسانی دارند.

**نکته** خطوط تراز می‌توانند نقطه، خط، مجموعه‌ای محدب یا مقعر باشند.

**نکته** نقطه بهینه همواره در میان منحنی‌های بسته هم تراز قرار می‌گیرد.

**نکته** در حالت فاصله مستقیم، منحنی‌های هم تراز منحنی‌های محدب بسته هستند که با دور شدن از نقطه بهینه، هزینه منحنی هم‌تراز افزایش می‌یابد.

## تست راهنما

در رسم منحنی‌های تراز برای تعیین محل یک وسیله با فرض فواصل مختصاتی:

- (۱) از هر نقطه‌ای غیر از نقطه بهینه می‌توان منحنی‌های تراز را رسم کرد.
- (۲) از هر نقطه‌ای می‌توان منحنی‌های تراز را رسم کرد.
- (۳) از هر نقطه‌ای غیر از نقاط موجود می‌توان منحنی‌های تراز را رسم کرد.
- (۴) تنها از نقاط موجود می‌توان منحنی‌های تراز را رسم کرد.

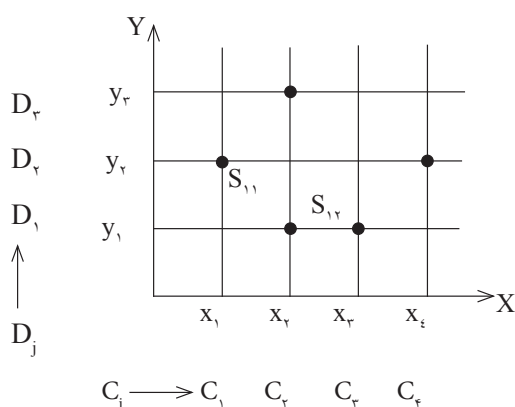
(سراسری ۷۵)

## پاسخ تشریحی

گزینه (۱)

از هر نقطه‌ای غیر از نقطه بهینه می‌توان حداقل یک خط هم تراز ترسیم کرد.

## ترسیم منحنی‌های هم تراز در حالت پله‌ای



• محل استقرار تسهیلات موجود را نشان می‌دهد.

 $C_1$ : متناظر با وزن تسهیل موجود در موقعیت  $(x_1, y_1)$  با تسهیل موجود $D_1$ : متناظر با مجموع وزن تسهیلات موجود مستقر در موقعیت‌های  $(x_2, y_1)$  و  $(x_3, y_1)$ با تسهیل موجود برای سایر  $C_j$  و  $D_j$  ها هم می‌توان تعاریف را ارایه کرد.

$$M_o = -\sum_{i=1}^m w_i$$

$$N_o = -\sum_{i=1}^m w_i$$

$$M_j = M_{j-1} + 2C_j \quad j = 1, 2, \dots$$

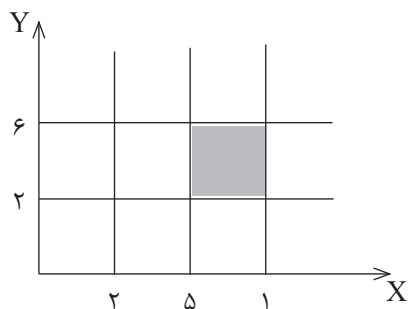
$$N_i = N_{i-1} + 2D_j \quad i = 1, 2, \dots$$

$$s_{ij} = -\frac{M_j}{N_i} \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots \quad j = 0, 1, 2, \dots$$

 $s_{ij}$ : شیب منحنی هم‌تراز در ناحیه  $[j, j+1]$  و  $[i-1, i]$  را نشان می‌دهد.به‌عنوان نمونه  $s_{12} = \frac{M_2}{N_1}$  شیب منحنی هم‌تراز در ناحیه  $[x_2, x_3]$  و  $[y_1, y_2]$  را نشان می‌دهد.

## تست راهنما

به‌منظور ترسیم خطوط تراز، شیب ناحیه مشخص شده چقدر است؟



(سراسری ۸۴)

$$\frac{3}{2} \quad (2)$$

$$-\frac{3}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \quad (4)$$

$$-1 \quad (3)$$

## پاسخ تشریحی

گزینه (۲)

باید شیب منحنی در ناحیه  $S_{12}$  محاسبه شود:

$$S_{12} = -\frac{M_r}{N_1}$$

$$M_o = -\sum w_i = -(2+5+1) = -8$$

$$N_o = -\sum w_i = -(2+6) = -8$$

$$M_1 = M_o + 2C_1 = -8 + 2 \times 2 = -4$$

$$N_1 = N_o + 2D_1 = -8 + 2 \times 2 = -4$$

$$M_r = M_1 + 2C_r = -4 + 2 \times 5 = 6$$

$$S_{12} = -\frac{6}{-4} = \frac{3}{2}$$

### تست راهنما

در فن منحنی هم‌تراز (Level curve technique) در منطقه‌ای که ۷ ماشین در سمت راست و ۳ ماشین در سمت چپ و ۴ ماشین در بالا و ۶ ماشین در پایین قرار دارد و حجم حمل و نقل بین ماشین جدید و هر کدام از ماشین‌های موجود با هم برابر بوده و هزینه حمل و نقل نیز در همه مسیرها مساوی باشد، آن‌گاه شیب خط هم‌تراز در این منطقه برابر است با:

$$(1) \quad 2 \quad (2) \quad \frac{1}{2} \quad (3) \quad 2- \quad (4) \quad \frac{-1}{2} \quad (\text{سراسری } 69)$$

### پاسخ تشریحی

براساس آنچه در نکات گفته شد، می‌توان نوشت:

$$M_o = -\sum w_i = -10w$$

$$N_o = -10w$$

$$M_1 = M_o + 2C_1 = -8w$$

$$N_1 = -8w$$

$$M_r = -6w$$

$$N_r = -6w$$

$$M_r = -4w$$

$$N_r = -4w$$

$$M_r = -2w$$

$$M_o = 0$$

$$M_r = 2w$$

$$S_{r6} = -\frac{M_r}{N_r} = -\frac{2w}{-4w} = \frac{1}{2}$$

خطوط هم‌تراز در مجذور فاصله مستقیم، دایره‌های متحدالمرکز با مرکزیت نقطه بهینه می‌باشند؛ یعنی:



$(x^*, y^*)$ : نقطه بهینه

$$(x - x^*)^2 + (y - y^*)^2 = R^2$$

شعاع دایره منحنی هم‌تراز با هزینه  $k$  به‌صورت زیر است:

$$r = \sqrt{\frac{k}{\sum w_i} + x^{*2} + y^{*2} - \frac{\sum (a_i^r + b_i^r) w_i}{\sum w_i}}$$

### مکان‌یابی تکی در حالت گسسته

### تست راهنما

در اداره‌ای ۵ محل جهت استقرار یک دستگاه کپی نامزد گردیده است. جدول زیر رفت‌وآمد از دفترهای این اداره به هریک از

نقاط نامزد شده، تعداد دفعات رفت‌وآمد را در هر روز نشان می‌دهد. به‌نظر شما کدام یک از مناطق پنج‌گانه مناسب‌تر است؟

| دفتر | زمان رفت و آمد (دقیقه) |   |   |   |   | تعداد دفعات رفت و آمد در روز |
|------|------------------------|---|---|---|---|------------------------------|
|      | ۱                      | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |                              |
| A    | ۵                      | ۳ | ۲ | ۸ | ۵ | ۱۰                           |
| B    | ۳                      | ۵ | ۲ | ۷ | ۷ | ۸                            |
| C    | ۵                      | ۲ | ۰ | ۳ | ۴ | ۱۵                           |
| D    | ۲                      | ۱ | ۹ | ۰ | ۳ | ۱۵                           |
| E    | ۳                      | ۴ | ۶ | ۱ | ۰ | ۲۰                           |

(۱) مکان ۲

(۲) مکان ۴

(۳) مکان ۵

(۴) مکان ۱ یا ۳

(سراسری ۸۲)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۱)

مدت زمانی که طول می کشد تا از مکان های مختلف ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به دفاتر A، B، C، D و E رفت و آمد داشت، محاسبه می شود. هر کدام که کمترین مقدار را به خود اختصاص دهد به عنوان مکان مناسب شناخته می شود.  
 $T_i$ : مدت زمان رفت و آمد از مکان i تا دفاتر مختلف:

$$T_1 = 5 \times 10 + 3 \times 8 + 5 \times 15 + 2 \times 15 + 3 \times 20 = 239$$

$$T_2 = 3 \times 10 + 5 \times 8 + 2 \times 15 + 1 \times 15 + 4 \times 20 = 195$$

$$T_3 = 2 \times 10 + 2 \times 8 + 0 \times 15 + 9 \times 15 + 6 \times 20 = 291$$

$$T_4 = 8 \times 10 + 7 \times 8 + 3 \times 15 + 0 \times 15 + 1 \times 20 = 201$$

$$T_5 = 5 \times 10 + 7 \times 8 + 4 \times 15 + 3 \times 15 + 0 \times 20 = 211$$

مکان ۲ دارای کمترین زمان رفت و آمد می باشد.

## مدل تخصیصی

هدف جابجایی m تجهیز جدید بین n تجهیز موجود در میان k مکان نامزد است. اگر ماتریس فاصله بین k مکان نامزد و n تجهیز موجود  $(D_{k \times n})$  و ماتریس جریان مواد بین تجهیزات جدید و موجود  $(I_{n \times m})$  را در اختیار داشته باشیم، با حاصل ضرب این دو ماتریس درهم، ماتریس هزینه ای حاصل می شود که با روش مجارستانی می توان به حل آن دست یافت.

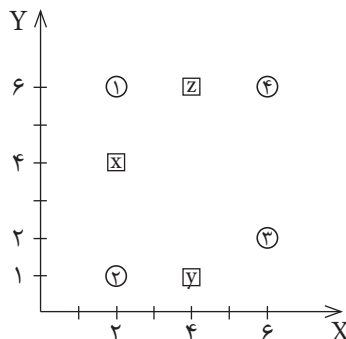
$$C_{(k \times m)} = O_{(k \times n)} \times I_{(n \times m)}$$

## تست راهنما

در کارخانه ای چهار ماشین وجود دارد که با شماره های ۱، ۲، ۳ و ۴ مشخص می شوند. مایلیم سه ماشین جدید را در محل های

کاندید Z، Y و X به شرح شکل زیر بین ماشین های موجود مستقر کنیم. مقدار حمل و نقل بین ماشین های جدید و ماشین موجود نیز به شرح جدول از- به در زیر است:

| جدید \ موجود | ۱ | ۲ | ۳ |
|--------------|---|---|---|
| ۱            | ۲ | ۳ | ۰ |
| ۲            | ۱ | ۰ | ۳ |
| ۳            | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۴            | ۰ | ۲ | ۰ |



در این صورت تخصیص بهینه ماشین آلات جدید به محل ها به شرح زیر است:

- ۱) ماشین ۱ به محل X، ماشین ۲ به محل Y و ماشین ۳ به محل Z
- ۲) ماشین ۱ به محل X، ماشین ۲ به محل Z و ماشین ۳ به محل Y
- ۳) ماشین ۱ به محل Y، ماشین ۲ به محل X و ماشین ۳ به محل Z
- ۴) ماشین ۱ به محل Z، ماشین ۲ به محل Y و ماشین ۳ به محل X

(سراسری ۷۷ و آزاد ۸۷)

## پاسخ تشریحی

گزینه ۲)

$$D_{3 \times 4} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} X \\ Y \\ Z \end{matrix} & \begin{bmatrix} 2 & 3 & 6 & 6 \\ 7 & 2 & 3 & 7 \\ 2 & 7 & 6 & 2 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$D_{3 \times 4}$ : ماتریس فاصله بین ۴ مکان نامزد و ۳ تجهیز موجود

$$I_{4 \times 3} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C_{r \times r} = D_{r \times f} \times I_{f \times r} = \begin{bmatrix} 7 & 24 & 15 \\ 16 & 38 & 90 \\ 11 & 16 & 27 \end{bmatrix}$$

با حل ماتریس C به روش مجارستانی داریم:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x \\ y \\ x \end{matrix} & \begin{bmatrix} \odot & 8 & 6 \\ 9 & 22 & \odot \\ \circ & \odot & 18 \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} 1 \rightarrow x \\ 2 \rightarrow z \\ 3 \rightarrow y \end{cases} \quad z = 7 + 90 + 16 = 113$$

### مدل‌های تصمیم‌گیری

|                      | عوامل (فاکتورها) |          |          |                |          |
|----------------------|------------------|----------|----------|----------------|----------|
|                      | ۱                | ۲        | ۳        | .....          | m        |
| گزینه‌ها (آلترناتیو) | ۱                | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{13}$ ..... | $a_{1m}$ |
|                      | ۲                | $b_{21}$ | $b_{22}$ | $b_{23}$ ..... | $b_{2m}$ |
|                      | ۳                | $c_{31}$ | $c_{32}$ | $c_{33}$ ..... | $c_{3m}$ |
|                      | ۴                | $d_{41}$ | $d_{42}$ | $d_{43}$ ..... | $d_{4m}$ |
| (وزن مربوط به عوامل) | $W_i$            | $W_1$    | $W_2$    | $W_3$ .....    | $W_m$    |

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i a_{ij} \quad \forall j = 1, 2, 3, 4$$

البته مقادیر j نیز می‌تواند از ۴ بیشتر باشد.

**نکته** در مدل‌های کیفی مکان‌یابی باید به مثبت یا منفی بودن آثار عوامل توجه کرد و با ضرب کردن منفی در عوامل با آثار منفی، عوامل را به‌صورت همگون درآورد. در این صورت هر گزینه‌ای که بیشترین امتیاز را کسب کند، به عنوان گزینه مطلوب تلقی می‌شود.

**تست راهنما** در نظر بگیرید که سه فاکتور تولید با ضرایب وزنی زیر برای مقایسه طرح‌ها داده شده است. همچنین در نظر بگیرید که سه

طرح x، y و z داریم که ضرایب اهمیت آن‌ها در جدول زیر داده شده است:

| عوامل        | طرح X | طرح Y | طرح Z |
|--------------|-------|-------|-------|
| سرمایه‌گذاری | A     | E     | U     |
| انعطاف‌پذیری | I     | E     | A     |
| دانش فنی     | O     | U     | E     |

| فاکتورها     | ضرایب وزنی |
|--------------|------------|
| سرمایه‌گذاری | ۸          |
| انعطاف‌پذیری | ۵          |
| دانش فنی     | ۲          |
| جمع          | ۱۵         |

| علامت | مقدار |
|-------|-------|
| A     | ۴     |
| E     | ۳     |
| I     | ۲     |
| O     | ۱     |
| U     | ۰     |

کدام مورد صحیح است؟

$$y > z > x \quad (۴)$$

$$y > z > x \quad (۳)$$

$$y > x > z \quad (۲)$$

$$x > y > z \quad (۱)$$

(سراسری ۸۸ و سراسری ۸۰)

**پاسخ تشریحی** گزینه (۱)

برای هر طرح، امتیاز آن محاسبه می‌شود:

$$\left. \begin{aligned} \text{امتیاز } x &= 4 \times 8 + 5 \times 2 + 2 \times 1 = 44 \\ \text{امتیاز } y &= 8 \times 3 + 5 \times 3 + 2 \times 0 = 39 \\ \text{امتیاز } z &= 8 \times 0 + 5 \times 4 + 2 \times 3 = 26 \end{aligned} \right\} \Rightarrow x > y > z$$

### تست راهنما

یک شرکت تولیدی زنجیره‌ای قصد استقرار یک شعبه جدید را دارد که چهار آلترناتو A، B، C، D برای استقرار این شرکت وجود دارد. هزینه‌های ثابت و متغیر مربوط به این چهار آلترناتو در جدول نشان داده شده است. اگر پیش‌بینی تولید و فروش ۲۰۰۰۰ محصول وجود داشته باشد، کدام محل برای استقرار شعبه جدید مناسب‌تر است؟

| مکان | هزینه ثابت (سکه) | هزینه متغیر (سکه) |
|------|------------------|-------------------|
| A    | ۳۰۰۰۰            | ۵/۵               |
| B    | ۸۰۰۰۰            | ۲/۵               |
| C    | ۱۰۰۰۰            | ۸                 |
| D    | ۹۰۰۰۰            | ۲                 |

(سراسری ۸۸)

A (۱)

B (۲)

C (۳)

B و D (۴)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۴

قیمت فروش در هر چهار مکان یکسان است. بنابراین لازم نیست درآمد و در نهایت سود محاسبه شود و کافی است برای هر مکان فقط هزینه حساب گردد.

A هزینه:  $5/5 \times 20000 + 30000 = 140000$

B هزینه:  $2/5 \times 20000 + 80000 = 130000$

C هزینه:  $8 \times 20000 + 10000 = 170000$

D هزینه:  $2 \times 20000 + 90000 = 130000$

گزینه یا گزینه‌هایی که هزینه کمتر دارند باید انتخاب شوند، بنابراین محل‌های B و D هر دو مطلوبیت یکسانی برای شرکت زنجیره‌ای جهت استقرار شعبه جدید دارند.

### تست راهنما

روش کمی مورد استفاده برای ارزیابی چند مکان موجود براساس هزینه کل محصول یا هزینه کل عملیات خدمات چه می‌باشد؟

(۲) روش حمل و نقل

(۴) ماتریس ترجیح

(۱) تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر

(۳) روش فاصله - واحد بار

(سراسری ۸۶)

### پاسخ تشریحی

گزینه ۱

روش‌هایی همچون تجزیه و تحلیل نقطه سربه‌سری، نرخ بازگشت سرمایه، دوره بازگشت سرمایه و قیمت تمام شده برای ارزیابی چند مکان موجود مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## تست‌های طبقه‌بندی شده فصل پانزدهم

### تست‌های آزمون دانشگاه سراسری

۱- مختصات سه دستگاه فعلی در یک واحد صنعتی  $(p_1, p_2, p_3)$  در اختیار است، قصد استقرار یک دستگاه جدید را داریم. تعداد نقل و انتقالات بین سه دستگاه قدیم به جدید  $(N_1, N_2, N_3)$  و هزینه حمل و نقل و انتقال  $(C_1, C_2, C_3)$  به شرح زیر در دست است. مختصات محل نصب دستگاه جدید با فرض اینکه هزینه حمل و نقل تابعی از مربع فاصله طی شده است، کدام گزینه زیر است؟

|             |             |               |
|-------------|-------------|---------------|
| $p_1(4, 2)$ | $p_2(4, 6)$ | $p_3(4, 4/5)$ |
| $N_1 = 3$   | $N_2 = 1$   | $N_3 = 2$     |
| $C_1 = 2$   | $C_2 = 5$   | $C_3 = 2$     |

(۴) هیچ کدام

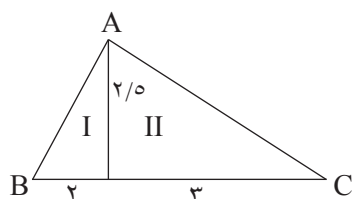
(۳) (۴ و ۴)

(۲) (۴ و ۵)

(۱) (۵ و ۴)

(سراسری ۷۴)

۲- سه وسیله بر سه رأس مثلث زیر قرار دارند. قرار است وسیله جدیدی در میان این وسایل قرار گیرد. در صورتی که میزان حمل بین وسیله جدید با وسایل موجود A، B و C به ترتیب برابر  $2W$ ،  $W$ ،  $3W$  باشد و هزینه‌های حمل و نقل تابعی از مجذور فاصله مستقیم باشد، محل بهینه وسیله جدید در کدام محل است؟



(۲) روی محل تلاقی ارتفاع با قاعده مثلث

(۱) در ناحیه I

(۴) در ناحیه II

(۳) روی ارتفاع مثلث

(سراسری ۷۵)

۳- چهار وسیله موجود A، B، C و D به ترتیب در یک امتداد از چپ به راست به فاصله مساوی و به موازات محور xها قرار دارند. قرار است محل وسیله جدید بین وسایل موجود مشخص شود. میزان حمل و نقل سالانه بین وسیله جدید با وسایل موجود  $\sqrt{2}H$  است. اگر جریان مواد از طریق راهروهای متعامد صورت گیرد:



(۱) محل بهینه وسیله جدید می‌تواند روی هر نقطه‌ای از ضلع BC باشد.

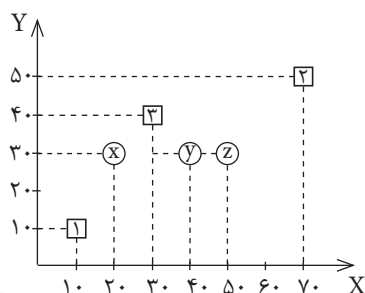
(۲) محل بهینه وسیله جدید می‌تواند روی هر نقطه‌ای از ضلع CD باشد.

(۳) محل بهینه وسیله جدید می‌تواند روی هر نقطه‌ای از ضلع BD باشد.

(۴) محل بهینه وسیله جدید می‌تواند روی هر نقطه‌ای از ضلع AC باشد.

(سراسری ۷۷)

۴- در شکل زیر علامت □ برای محل ماشین‌های موجود و علامت ○ برای کاندید نصب ماشین جدید در نظر گرفته شده است. چنانچه بخواهیم ماشین جدیدی بین ۳ ماشین موجود و در محل X یا Y یا Z نصب شود و تعداد بار سفر از ماشین جدید به ماشین‌های موجود (۲ و ۳ به ترتیب ۲۵ و ۵۸ و ۴۰ باشد، کدام محل انتخاب می‌شود؟ (واحد مسافت بر روی شکل متر است.)



(۱) محل Y

(۲) محل Z

(۳) محل X

(۴) بین محل X، Y و Z فرقی نیست.

(سراسری ۷۸)

۵- در کارگاهی ۳ ماشین که مختصات مکانی آن‌ها به صورت زیر است، موجود هستند:

$$p_1 = (10, 4) \quad p_2 = (5, 6) \quad p_3 = (4, 7)$$

می‌خواهیم ماشین جدید را در نقطه  $(3, 3)$  بین ماشین‌آلات موجود استقرار دهیم، اگر فاصله بین ماشین جدید و ماشین‌آلات موجود به صورت مختصاتی در نظر گرفته شود و ارتباط هزینه‌ای - جریانی ماشین جدید با ماشین‌آلات موجود به ترتیب زیر باشد، هزینه این استقرار چقدر خواهد بود؟

(۱) ۷۲ (۲) ۶۱ (۳) ۵۹ (۴) ۴۷ (سراسری ۷۹)

۶- در نظر است ماشین جدید مابین ۴ ماشین موجود با مختصات  $(0, 0)$ ،  $(0, 10)$ ،  $(5, 0)$ ،  $(12, 6)$  قرار دهیم، چنانچه حجم اتصالات میان ماشین جدید و ماشین‌های موجود یکسان باشد و فواصل براساس خط مستقیم محاسبه شود، محل بهینه ماشین جدید کدام است؟

(۱)  $(5, 6)$  (۲)  $(4, 4)$  و  $(4, 25)$  (۳)  $(2, 4)$  و  $(3, 25)$  (۴)  $(3, 25)$  و  $(2, 5)$  (سراسری ۸۰)

۷- یک شرکت تصمیم می‌گیرد که یک مکان بهینه را برای آموزش کلیه پرسنل خود انتخاب کند. کلیه پرسنل در چهار مرکز مشغول خدمت هستند. مختصات هر یک از مراکز و تعداد پرسنل در جدول ارائه شده است. از روش میانه، بهترین مکان کدام است؟

| مرکز | مختصات |    | تعداد پرسنل<br>(بر حسب هزار) |
|------|--------|----|------------------------------|
|      | X      | Y  |                              |
| ۱    | ۳۲     | ۵۸ | ۶/۸                          |
| ۲    | ۴۹     | ۴۲ | ۵/۳                          |
| ۳    | ۱۱     | ۶۹ | ۶/۰                          |
| ۴    | ۴۲     | ۳۱ | ۷/۱                          |

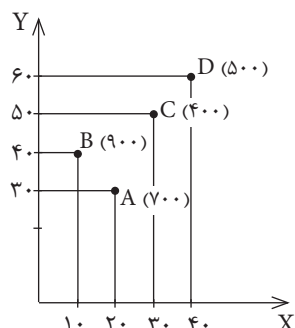
(سراسری ۸۰)

۸- قرار است از بین سه شهر A، B و C یکی از آن‌ها انتخاب، تا انبار جدیدی احداث شود. هشت عامل مهم در این انتخاب شناسایی شده که وزن (درجه اهمیت) هر عامل و نمره تخصیص داده به هر شهر مطابق جدول زیر است. کدام گزینه معرف بهترین انتخاب شهر و کل نمره وزنی مربوطه می‌باشد؟

| فاکتور | ۱    | ۲    | ۳    | ۴    | ۵    | ۶    | ۷    | ۸    |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| وزن    | ۰/۲۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۰ | ۰/۱۰ | ۰/۱۰ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ |
| شهر    | A    | ۹۵   | ۶۰   | ۷۰   | ۷۰   | ۸۰   | ۸۰   | ۹۰   |
|        | B    | ۹۰   | ۶۰   | ۴۵   | ۹۰   | ۹۰   | ۶۵   | ۹۰   |
|        | C    | ۶۵   | ۹۰   | ۶۰   | ۷۰   | ۸۵   | ۷۵   | ۶۰   |

(سراسری ۸۰)

۹- مطلوب است تعیین محل کارخانه‌ای و هزینه کل حمل و نقل که قرار است از محل منبع A و B مواد اولیه دریافت کند و به محل مقصد C و D محصول نهایی را ارسال کند. تواتر جریان مواد اولیه و محصول نهایی برای هر یک از نقاط بالا در داخل پراتنز نوشته شده است. با فرض اینکه از روش میانه برای تعیین محل کارخانه جدید استفاده شود.



(سراسری ۸۱)

۱۰- کاربرد مدل منحنی‌های هم‌تراز در تعیین محل یک وسیله بین چند وسیله برای:

- (۱) جستجوی محل به صورت گسسته، با در نظر گرفتن کمترین هزینه و در هر مکان است.
- (۲) جستجوی محل به صورت گسسته، با در نظر گرفتن کمترین هزینه و در محل‌های امکان‌پذیر است.
- (۳) جستجوی محل به صورت پیوسته، با در نظر گرفتن کمترین هزینه در هر مکان است.
- (۴) جستجوی محل به صورت پیوسته، با در نظر گرفتن کمترین هزینه و در محل‌های امکان‌پذیر است.

(سراسری ۸۱)



۱۱- قرار است از طریق دپو مرکزی فروشگاه‌های زنجیره‌ای یک شهر تامین شود. وسیله حمل و نقل بار، با ظرفیت ثابت است و خیابان‌ها بر هم عمود است. ۵ فروشگاه با مختصات کیلومتری  $(0,0)$ ،  $(1,5)$ ،  $(5,2)$ ،  $(6,7)$ ،  $(4,3)$  احداث شده است. تعداد سفر مورد نیاز در هر ماه به این ۵ فروشگاه به ترتیب ۴۰، ۸۰، ۶۰ و ۲۰ است. محل بهینه دپوی مورد نظر در چه مختصاتی است؟

(۱) در روی خط  $x = [1 \text{ تا } 4]$  و عرض  $y = 3$

(۲) در روی خط  $y = [3 \text{ تا } 5]$  و به طول  $x = 4$

(۳) در روی خط  $y = [3 \text{ تا } 5]$  و به طول  $x = 1$

(۴) در محدوده مستطیلی به طول  $x = [1 \text{ تا } 4]$  و عرض  $y = [3 \text{ تا } 5]$

(سراسری ۸۱)

۱۲- ماشین‌های شماره ۱ و ۲ به ترتیب در مختصات  $(2,4)$  و  $(5,2)$  کارگاهی نصب شده است. قرار است ماشین جدید در ۳ محل پیشنهادی  $(2,2)$ ،  $(4,3)$  و  $(4,4)$  احداث شود. چنانچه تعداد سفر ماشین جدید به ماشین موجود ۱، ۴۰ و به ماشین موجود ۲، ۵۰ بار در روز باشد و حرکت از یک ماشین به ماشین دیگر به صورت مختصاتی (یا پله‌ای rectilinear) انجام شود، در این صورت کدام یک از محل‌های پیشنهادی کمترین حمل و نقل را سبب می‌شود؟

(۱)  $(4,3)$

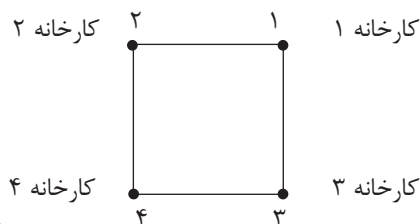
(۲)  $(4,4)$

(۳)  $(2,2)$

(۴) هر سه محل مقدار حمل و نقل مساوی دارند.

(سراسری ۸۱)

۱۳- چهار کارخانه موجود در چهار گوشه یک منطقه مستطیل شکل بزرگ به طول ۳ کیلومتر و عرض ۲ کیلومتر واقع شده‌اند. قرار است یک انبار جدید برای سرویس‌دهی به این کارخانجات در این منطقه احداث شود. کلیه خیابان‌ها در این منطقه برهم عمود است. همچنین میزان مواد قابل حمل از کارخانجات به این انبار با هم برابرند. در این شرایط جواب بهینه در چه نقطه‌ای از مستطیل قرار دارد؟



(۱) روی طول

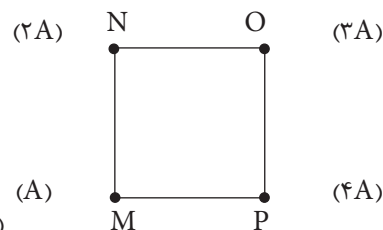
(۲) هر نقطه‌ای در داخل

(۳) محل تلاقی قطرها

(۴) روی قطرها

(سراسری ۸۱)

۱۴- چهار وسیله موجود روی ۴ گوشه مقابل به طول ۲ متر قرار دارند. قرار است وسیله جدیدی در طرح قرار گیرد. میزان جریان مواد بین وسیله جدید و وسایل موجود داخل پُرانتز نوشته شده است. اگر جریان مواد از طریق راهروهای عمود بر هم برقرار شود؛ آن‌گاه جواب بهینه:



(۱) داخل مربع است (بی‌نهایت جواب)

(۲) داخل مربع است (یک نقطه)

(۳) روی پاره خط  $op$  است.

(۴) سمت راست پاره خط  $op$  است.

(سراسری ۸۱)

۱۵- در مساله قبلی با فرض فواصل مختصاتی، با افزایش طول ضلع مربع، جواب بهینه:

(۱) به سمت نقطه  $p$  میل می‌کند.

(۲) موقعیت جواب بهینه تغییری نخواهد کرد.

(۳) به سمت مرکز مربع میل می‌کند.

(۴) جواب بهینه به سمت قطر  $NP$  میل می‌کند.

(سراسری ۸۱)

۱۶- در مساله قبل اگر از معیار مجذور فاصله مستقیم استفاده شود، آن‌گاه جواب بهینه کدام است؟

(۱) داخل مربع

(۲) سمت راست پاره خط  $op$

(۳) روی پاره خط  $op$

(۴) روی عمود منصف پاره خط  $op$

(سراسری ۸۱)

۱۷- در کارگاهی ۴ ماشین در مکان‌های زیر استقرار دارند:

$$p_1 = (2, 2) \quad p_2 = (10, 2) \quad p_3 = (2, 6) \quad p_4 = (10, 6)$$

می‌خواهیم ماشین جدیدی که با چهار ماشین موجود ارتباط یکسانی دارد، استقرار دهیم. اگر حمل و نقل بین ماشین جدید و ماشین آلات موجود به صورت مستقیم انجام گردد، مکان مختصاتی بهینه برای ماشین جدید کدام است؟

(۱)  $x(6, 6)$

(۲)  $x(4, 4)$

(۳)  $x(4, 2)$

(۴)  $x(6, 4)$

(سراسری ۸۲)

۱۸- رابطه زیر مکان مختصاتی یک ماشین جدید را که قرار است بین سه ماشین موجود استقرار یابد؛ به دست می دهد:

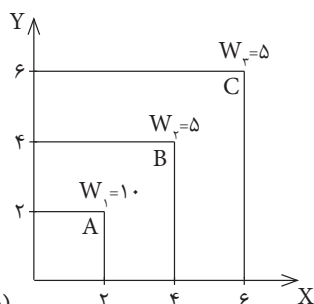
$$f(x, y) = 2|x| + 4|x - 4| + 2|y - 6| + 4|x - 5| + 4|y - 7| + 4|y - 3|$$

در صورتی که در مساله بالا فرض فاصله مختصاتی (پلهای) را در نظر نگیریم و جریان مواد تابعی از مجذور فاصله مستقیم باشد، مختصات مکان بهینه ماشین جدید کدام است؟ (فرض کنید سایر شرایط یکسان در نظر گرفته شود.)

$$(x, y) = (6, 4) \quad (1) \quad (x, y) = (4, 6) \quad (2) \quad (x, y) = (3/5, 5/5) \quad (3) \quad (x, y) = (3/6, 5/2) \quad (4)$$

(سراسری ۸۲)

۱۹- در مساله جایابی یک ماشین جدید، در صورتی که فواصل به صورت پلهای اندازه گیری شود، کدام عبارت صحیح است؟



(سراسری ۸۲)

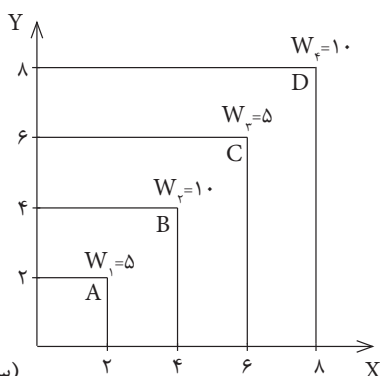
(۱) نقطه بهینه فقط روی خط A-C می تواند واقع شود.

(۲) نقطه بهینه فقط روی ماشین B قرار دارد.

(۳) نقطه بهینه فقط روی ماشین C قرار دارد.

(۴) بی نهایت نقطه بهینه وجود دارد.

۲۰- در مساله جایابی یک ماشین جدید، در صورتی که فواصل به صورت خط مستقیم اندازه گیری شود، کدام عبارت صحیح است؟ (اطلاعات مساله در روی شکل ثبت شده است)



(سراسری ۸۲)

(۱) نقطه بهینه روی ماشین C قرار دارد.

(۲) نقطه بهینه روی ماشین B قرار دارد.

(۳) نقاط بهینه روی یک سطح قرار دارند.

(۴) خط واصل نقاط B و C خط بهینه است.

۲۱- برای رتبه بندی مطلوبیت چهار طرح یک کارخانه، اطلاعات زیر در مورد این طرح ها جمع آوری شده است. سرمایه اولیه طرح های A, B, C و D به ترتیب برابر ۹۰۰، ۱۲۰۰، ۸۹۰ و ۱۱۰۰ واحد پولی است. با وجود اطلاعات جدید زیر در مورد مشخصات طرح ها، کدام

رتبه بندی درست است؟ (کل سرمایه موجود ۱۱۰۰ واحد پولی است.)

| معیار / طرح | انعطاف پذیری | راحتی توسعه آینده | استفاده از فضا | ایمنی | آسانی نظارت و کیفیت |
|-------------|--------------|-------------------|----------------|-------|---------------------|
| A           | ۵            | ۲                 | ۷              | ۸     | ۹                   |
| B           | ۴            | ۲                 | ۳              | ۶     | ۹                   |
| C           | ۳            | ۱                 | ۲              | ۳     | ۴                   |
| D           | ۶            | ۴                 | ۷              | ۹     | ۱۲                  |

(۱) تمام طرح ها عملی بوده و داریم:  $D > A > B > C$

(۲) C قابل اجرا نیست و در بین سه طرح دیگر داریم:  $D > A > B$

(۳) C قابل اجرا نیست و در بین سه طرح دیگر داریم:  $A > B > D$

(۴) اطلاعات برای حل مساله کافی نیست.

(سراسری ۸۲)

۲۲- قرار است در کارگاهی یک ماشین جدید بین چهار ماشین موجود قرار داده شود. مسیرهای حمل و نقل عمود بر هم می باشد.

سایر اطلاعات در جدول زیر آمده است. شیب منحنی هم تراز که از ناحیه  $x = [2, 4]$  و  $y = [4, 6]$  می گذرد، چقدر است؟

| ماشین موجود   | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---------------|---|---|---|---|
| حجم حمل و نقل | ۵ | ۱ | ۱ | ۲ |
| X             | ۲ | ۴ | ۴ | ۶ |
| Y             | ۴ | ۴ | ۶ | ۲ |

(۱) -۷

(۲) +۷

(۳)  $-\frac{1}{7}$

(۴) منحنی هم تراز نمی تواند از نقطه (۵ و ۳) عبور کند.

(سراسری ۸۳)

۲۳- فرض کنید چهار مکان برای استقرار کارخانه‌ای پیشنهاد شده است. کدام مکان با چه نمره وزنی به عنوان بهترین مکان انتخاب می‌شود؟

| مکان | عامل کیفی |     |     | عامل بحرانی |    |
|------|-----------|-----|-----|-------------|----|
|      | ۱         | ۲   | ۳   | I           | II |
| A    | ۷۰        | ۶۰  | ۷۰  | ۰           | ۱  |
| B    | ۷۰        | ۴۰  | ۹۵  | ۱           | ۱  |
| C    | ۵۰        | ۹۰  | ۶۰  | ۱           | ۱  |
| D    | ۸۰        | ۷۰  | ۹۵  | ۱           | ۰  |
| وزن  | ۰/۵       | ۰/۳ | ۰/۲ |             |    |

(۱) A با ۶۷

(۲) B با ۶۶

(۳) C با ۶۴

(۴) D با ۸۰

(سراسری ۸۳)

۲۴- کارخانه‌ای قرار است در مورد استقرار نمایندگی خود تصمیم بگیرد، در این رابطه چهار محل A، B، C و D نامزد استقرار در نظر گرفته شده است. برای تصمیم‌گیری در مورد این استقرار ۵ فاکتور پیش‌بینی سطح درآمد منطقه، ترافیک منطقه، جمعیت منطقه، خدمات شهری و قیمت زمین تعیین شده‌اند. جدول زیر رابطه بین فاکتورها و چهار محل را نشان می‌دهد. ضریب ۵ نشان‌دهنده مطلوبیت بالا و ضریب ۱ نشان‌دهنده مطلوبیت کم می‌باشد. به نظر شما کدام محل بهتر است انتخاب شود؟

| فاکتورها    | وزن فاکتورها در تصمیم‌گیری | A | B | C | D |
|-------------|----------------------------|---|---|---|---|
| سطح درآمد   | ۰/۳۵                       | ۵ | ۵ | ۳ | ۴ |
| ترافیک      | ۰/۲۵                       | ۴ | ۵ | ۱ | ۲ |
| خدمات شهری  | ۰/۲                        | ۵ | ۳ | ۴ | ۵ |
| جمعیت منطقه | ۰/۱۵                       | ۲ | ۲ | ۵ | ۳ |
| قیمت زمین   | ۰/۰۵                       | ۲ | ۱ | ۲ | ۵ |

(۱) محل A

(۲) محل B

(۳) محل C

(۴) محل D

(سراسری ۸۳)

۲۵- برای انتخاب بهترین مکان واحد صنعتی، چهار عامل (یک عامل کمی و سه عامل کیفی) شناسایی گردیده است. از لحاظ عامل کمی مکانی مناسب است که کمترین هزینه را در بردارد و از لحاظ کیفی عاملی که بیشترین امتیاز را دارد، مطلوب می‌باشد. وزن و نمره‌دهی هر یک از عوامل مطابق جدول زیر می‌باشد. با استفاده از روش نمره‌دهی وزنی (Factor rating) کدام گزینه انتخاب می‌شود؟

| عوامل           | A   | B   | C   | D   | وزن |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| هزینه حمل و نقل | ۱۹۰ | ۱۶۶ | ۱۷۴ | ۱۸۰ | ۰/۲ |
| تهیه مواد اولیه | ۳۵  | ۸۵  | ۷۰  | ۴۰  | ۰/۳ |
| تسهیلات نت      | ۶۰  | ۲۵  | ۳۰  | ۷۰  | ۰/۱ |
| رفتار اجتماعی   | ۲۰  | ۶۵  | ۷۰  | ۱۰  | ۰/۴ |

(۱) D

(۲) C

(۳) B

(۴) A

(سراسری ۸۳)

۲۶- فرض کنید که در یک سیستم تولیدی مکان پنج دستگاه موجود مطابق شکل زیر است. اگر مسافت به‌طور خطی شکسته (پله‌ای) در نظر گرفته شود، بهترین مکان جدید برای استقرار یک ماشین جدید کجاست؟

$$(۱) \quad y = ۱۳ \text{ و } x = [۱۷, ۲۷]$$

$$(۲) \quad y = ۱۳, x = ۱۷$$

$$(۳) \quad y = [۱۳, ۱۶], x = ۱۷$$

$$(۴) \quad y = [۱۳, ۱۶] \text{ و } x = [۱۷, ۲۷]$$

| مکان موجود | مختصات (Yi و Xi) | وزن |
|------------|------------------|-----|
| ۱          | (۲۷ و ۱۶)        | ۴۵۰ |
| ۲          | (۱۷ و ۱۳)        | ۱۲۵ |
| ۳          | (۱۲ و ۹)         | ۱۲۵ |
| ۴          | (۱۱ و ۵)         | ۲۵۰ |
| ۵          | (۲۷/۵ و ۱۰)      | ۵۰  |

(سراسری ۸۳)

۲۷- در کارگاهی ۴ ماشین که مختصات مکانی آن‌ها به صورت زیر است، استقرار دارند:

$$p_1 = (3, 3) \quad p_r = (2, 8) \quad p_r = (4, 1) \quad p_f = (7, 2)$$

می‌خواهیم تجهیز جدیدی بین ماشین‌آلات موجود استقرار دهیم. به فرض آنکه فاصله بین تجهیز جدید با ماشین‌آلات موجود به صورت مجذور فاصله مستقیم در نظر گرفته شود و تجهیز جدید با ماشین‌آلات موجود ارتباط یکسانی داشته باشد. اگر نقطه بهینه جهت استقرار قابل استفاده نباشد، منحنی نقاط هم‌ارزش (هم‌تراز) مربوط به این مساله چه می‌باشد؟

- (۱) دایره‌هایی با مرکزیت نقطه بهینه  
(۲) مربع‌هایی با مرکز ثقلی نقطه بهینه  
(۳) مثلث‌هایی با مرکز ثقلی نقطه بهینه  
(۴) چند ضلعی‌هایی با مرکز ثقلی نقطه بهینه

(سراسری ۸۳)

۲۸- در کارگاهی ۵ ماشین که مختصات مکانی آن‌ها به صورت زیر است، استقرار دارند:

$$p_1 = (3, 3) \quad p_r = (2, 8) \quad p_r = (4, 1) \quad p_f = (7, 2) \quad p_d = (6, 8)$$

می‌خواهیم ماشین جدید را بین ماشین‌آلات موجود، استقرار دهیم، بر فرض آنکه فاصله بین ماشین‌آلات جدید و ماشین‌آلات موجود به صورت پله‌ای در نظر گرفته شود و ارتباط هزینه‌ای - جریانی ماشین جدید با تمام ماشین‌آلات موجود یکسان باشد. اگر استقرار ماشین جدید در نقطه بهینه عملی نباشد و لازم است تجهیز جدید حداقل ۴ واحد مسافت از ماشین‌آلات موجود فاصله داشته باشد، بهترین مکان استقرار کدام است؟

- (۱) (۴ و ۶) (۲) (۳ و ۵) (۳) (۴ و ۶) (۴) (۴ و ۵) و (۵ و ۶)

(سراسری ۸۳)

۲۹- از روش مجذور فاصله یک استقرار تکی انجام می‌دهیم. حل بهینه این استقرار با توجه به اطلاعات زیر برابر است با:

$$A : (5, 10) \quad WA = 5 \quad B = (3, 6) \quad WB = 10 \quad C = (2, 4) \quad WC = 5$$

- (۱) (۵ و ۱۰) (۲) (۲ و ۵) (۳) (۵ و ۳) (۴) (۴ و ۵) و (۵ و ۶)

(سراسری ۸۴)

۳۰- شرکتی تصمیم به انتخاب بهترین مکان از میان چهار مکان پیشنهادی برای احداث کارخانه جدید گرفته است. اگر تعداد محصولات تولیدی این کارخانه بین ۵۰ تا ۱۳۰ واحد در روز باشد، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) کمتر از ۱۵۰ واحد محصول، مکان C انتخاب می‌شود.  
(۲) بین ۱۰۰ تا ۱۳۰، مکان D انتخاب می‌شود.  
(۳) بیشتر از ۱۵۰ واحد محصول، مکان C انتخاب می‌شود.  
(۴) بین ۵۰ تا ۱۰۰، مکان B انتخاب می‌شود.

|             | A   | B   | C   | D   |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| هزینه ثابت  | ۶۰۰ | ۴۵۰ | ۵۰۰ | ۵۷۵ |
| هزینه متغیر | ۱/۰ | ۱/۸ | ۱/۳ | ۰/۸ |

(سراسری ۸۴)

۳۱- ۳ ماشین روی نقاط (۲ و ۰)، (۸ و ۴) و (۵ و ۶) مستقر شده‌اند. وزن یا تواتر محل بار بین یک ماشین جدید با ۳ ماشین موجود به ترتیب ۵ و ۱۵ و ۱۰ است. اگر مسافت به صورت پله‌ای باشد، آن‌گاه مختصات ماشین جدید را پیدا کنید؟

- (۱)  $x = 4, y = 5$  (۲)  $x = 4, y = 8$  (۳)  $x = 4, y = [5, 8]$  (۴)  $x = [0, 4], y = 5$

(سراسری ۸۴)

۳۲- قرار است مکان یک سیستم تولیدی از بین چهار مکان پیشنهادی انتخاب شود تا بتواند تعداد ۸۰۰۰ واحد محصول در سال تهیه نماید. هزینه متغیر و ثابت مطابق جدول زیر است. بهترین مکان کدام است؟

| مکان | هزینه ثابت (هزار) | هزینه متغیر |
|------|-------------------|-------------|
| A    | ۲۵۰               | ۱۱          |
| B    | ۱۱۰               | ۳۰          |
| C    | ۱۵۰               | ۲۰          |
| D    | ۲۰۰               | ۳۵          |

A (۱)

B (۲)

C (۳)

D (۴)

(سراسری ۸۵)

۳۳- سه ماشین در کارگاهی موجود است. قرار است یک ماشین جدید بین آن‌ها قرار گیرد. فاصله‌ها به صورت مجذور فاصله مستقیم در نظر گرفته می‌شود. محل بهینه ماشین جدید (۵/۷، ۳/۰) می‌باشد. محل استقرار ماشین‌های موجود (۰، ۵)، (۰، ۰) و (۵، ۱۰) است. نسبت وزن ارتباطی ماشین‌هایی که در محل (۵، ۱۰) قرار گرفته نسبت به ماشین‌هایی که در محل (۰، ۰) قرار گرفته چقدر است؟ (فرض کنید مجموع وزن‌ها برابر با یک است.)

- (۱) ۶ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(سراسری ۸۵)

۳۴- در مساله تک ماشینی با فاصله پله‌ای کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) شرط میانه برای این مساله کاربردی ندارد. (۲) شرط میانه برای نقطه بهینه شرط لازم و کافی است.

(۳) شرط میانه برای نقطه بهینه شرط لازم است ولی کافی نیست. (۴) شرط میانه برای نقطه بهینه شرط کافی است ولی لازم نیست.

(سراسری ۸۵)

۳۵- در یک کارگاهی سه تجهیز در مکان‌های  $(1,1)$ ،  $(5,1)$  و  $(3,4)$  مستقر هستند. قرار است تجهیز دیگری که ارتباط یکسانی با تجهیزات بالا دارد  $(W_i = 1)$  و به صورت مجذور فاصله مستقیم حمل و نقل خواهد داشت، استقرار یابد. اگر مکان بهینه استقرار مناسب نباشد و به مختصات طولی و عرضی نقطه بهینه یک واحد اضافه گردد، چقدر در هزینه حمل و نقل افزایش به‌وجود خواهد آمد؟

(۴) ۸ واحد

(۳) ۶ واحد

(۲) ۴ واحد

(۱) ۳ واحد

(سراسری ۸۵)

۳۶- در سطح کارگاهی سه ماشین در مکان‌های زیر استقرار دارند:

$$p_1 = (1, 0) \text{ و } p_2 = (3, 3) \text{ و } p_3 = (5, 0)$$

اگر بخواهیم ماشین جدیدی که با ماشین‌های استقرار یافته رابطه دارد، استقرار دهیم و حمل و نقل بین ماشین جدید و ماشین‌های موجود به‌صورت مستقیم انجام گردد، مکان ماشین جدید کجا باید باشد که حمل و نقل کمینه گردد؟ فرض کنید ماشین جدید با ماشین‌های موجود جریان مواد یکسانی داشته باشد.

$$(1) \text{ بر روی خط } X=1 \quad (2) \text{ نقطه } (3,1) \quad (3) \text{ بر روی خط } X=3 \quad (4) \text{ نقطه } (3, \frac{5}{6})$$

(سراسری ۸۵)

۳۷- فرض کنید ۴ ماشین موجود داریم. با توجه به اطلاعات زیر، شیب در ناحیه  $[1,1]$  چقدر است؟ (روش خطوط هم‌تراز)

|                               |         |         |          |          |
|-------------------------------|---------|---------|----------|----------|
| I ماشین موجود                 | ۱       | ۲       | ۳        | ۴        |
| $(X_i \text{ و } Y_i)$ مختصات | (۴ و ۲) | (۸ و ۵) | (۱۱ و ۸) | (۱۳ و ۲) |
| $W_i$ وزن                     | ۲       | ۴       | ۴        | ۲        |

(۱) -۲

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) -۳

(سراسری ۸۵)

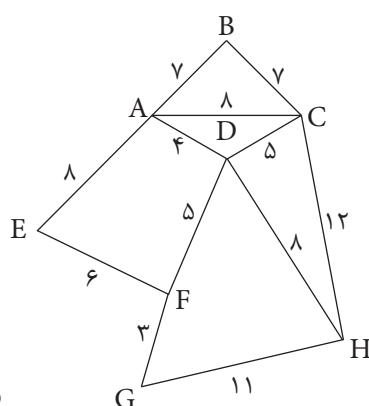
۳۸- فرض کنید هشت شهر داریم که قرار است یک کارخانه آرد احداث نماییم. ولی به دلیل جغرافیایی، امکان احداث در مکان D نمی‌باشد. بهترین مکان به نحوی که کل مسافت طی شده حداقل شود، کدام است؟ (اعداد روی شبکه، مسافت طی شده هستند)

(۱) A

(۲) C

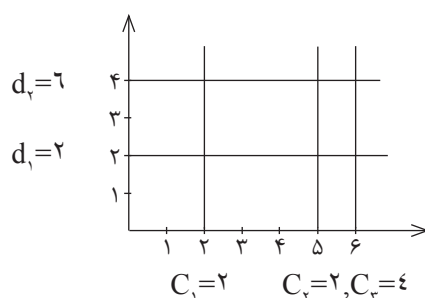
(۳) F

(۴) G



(سراسری ۸۵)

۳۹- با توجه به شکل زیر که مربوط به روش خطوط هم‌تراز می‌باشد، مکان تسهیل جدید را پیدا کنید.



$$(1) x=5 \text{ و } y=4$$

$$(2) x=6 \text{ و } y=2$$

$$(3) 5 \leq x \leq 6 \text{ و } y=4$$

$$(4) 5 \leq x \leq 6 \text{ و } 2 \leq y \leq 4$$

(سراسری ۸۵)

۴۰- چهار گزینه برای انتخاب مکان مناسب برای احداث یک داروخانه مطرح می‌باشند. این داروخانه نیاز به حداقل ۱۰۰ متر مربع فضا می‌باشد. گزینه A، B، C و D به ترتیب مساحت ۱۵۰، ۱۳۰، ۹۰، ۱۱۰ مترمربع در دسترس می‌باشد. چهار فاکتور نیز بر انتخاب مکان داروخانه موثر می‌باشند که اهمیت هر فاکتور و امتیاز تخصیص داده شده به هر گزینه در جدول زیر آمده است. مناسب‌ترین گزینه کدام است؟

| فاکتور \ گزینه | ۱    | ۲   | ۳   | ۴    |
|----------------|------|-----|-----|------|
| A              | ۹۵   | ۸۰  | ۷۵  | ۹۰   |
| B              | ۶۰   | ۹۰  | ۹۵  | ۸۰   |
| C              | ۸۵   | ۹۵  | ۸۰  | ۹۰   |
| D              | ۷۵   | ۸۵  | ۹۰  | ۸۰   |
| وزن            | ۰/۲۵ | ۰/۳ | ۰/۲ | ۰/۲۵ |

- (۱) D  
(۲) C  
(۳) B  
(۴) A

(سراسری ۸۵)

۴۱- فرض کنید سه ماشین در یک کارگاه مستقر شده‌اند و قرار است ماشین جدیدی در این کارگاه مستقر شود. اگر حرکت بارها در طول راهروهای عمود بر هم انجام شود، با توجه به تابع هزینه زیر، مکان بهینه برای استقرار ماشین جدید کدام است؟

$$f(x, y) = 3|x-3| + 4|x-0| + |x-2| + 3|y-3| + 4|y-1| + |y-3|$$

$$x = [0, 3] \quad (۴)$$

$$x = [0, 2] \quad (۳)$$

$$x = [1, 3] \quad (۲)$$

$$x = [0, 3] \quad (۱)$$

$$y = 1$$

$$y = [1, 3]$$

$$y = [1, 3]$$

$$y = 3$$

(سراسری ۸۶)

۴۲- در مساله تک ماشینی با فواصل پله‌ای ..... .

(۱) تحت شرایطی ممکن است فقط دو نقطه بهینه داشته باشیم.

(۲) نقطه بهینه بر روی یکی از ماشین‌های موجود قرار می‌گیرد.

(۳) همواره کمتر از نیمی از حجم حمل و نقل در طرفین نقطه بهینه قرار دارد.

(۴) همواره بیشتر از نیمی از حجم حمل و نقل در طرفین نقطه بهینه نمی‌توان قرار داد.

(سراسری ۸۶)

۴۳- در کارگاهی ۱۰ ماشین استقرار پیدا کرده‌اند که مکان مختصاتی آن‌ها در جدول زیر آورده شده است:

| ماشین  | ۱     | ۲      | ۳     | ۴     | ۵     | ۶     | ۷      | ۸     | ۹     | ۱۰    |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| مختصات | ۴ و ۴ | ۸ و ۱۰ | ۳ و ۱ | ۴ و ۰ | ۳ و ۳ | ۰ و ۰ | ۶ و ۱۲ | ۱ و ۱ | ۱ و ۳ | ۰ و ۴ |

می‌خواهیم ماشین جدیدی در این کارگاه استقرار دهیم که فقط با ماشین ۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ ارتباط داشته و ارتباط آن‌ها یکسان می‌باشد. اگر قرار باشد بین ماشین جدید و ماشین آلات موجود حمل و نقل مواد به صورت مستقیم انجام پذیرد، مکان مختصاتی ماشین جدید را تعیین کنید.

$$(۴, ۳)$$

$$(۳, ۲)$$

$$(۲, ۲)$$

$$(1, \frac{3}{2})$$

(سراسری ۸۶)

۴۴- برای انتخاب یک مکان مناسب برای ساخت یک مدرسه سه عامل A، B و C شناسایی شده‌اند. اگر اهمیت عامل C برای تصمیم‌گیرنده دو برابر اهمیت سایر عوامل باشد و همچنین سه مکان x، y و z نیز در دسترس باشد، مناسب‌ترین مکان با توجه به جدول امتیازات عوامل موثر برای مکان‌های پیشنهادی کدام است؟

| عوامل موثر \ مکان پیشنهادی | A  | B  | C |
|----------------------------|----|----|---|
| X                          | ۳  | ۱۰ | ۳ |
| Y                          | ۲  | ۵  | ۲ |
| Z                          | ۱۰ | ۲  | ۳ |
| اهمیت (W)                  | ۱  | ۱  | ۲ |

- (۱) x  
(۲) y  
(۳) z  
(۴) x و z

(سراسری ۸۶)

۴۵- کدام عبارت در مورد خطوط هم‌تراز در جاییابی تکی تسهیلات وقتی که مسافت به‌صورت مجذور فاصله اقلیدوسی باشد، صحیح است؟

- (۱) دوائر متحدالمرکزی که مرکز آن یک نقطه دلخواه است.
- (۲) دوائر متحدالمرکزی که مرکز آن نقطه بهینه مساله جاییابی می‌باشد.
- (۳) خطوط شکسته‌ای که از نقطه بهینه شروع شده و با ضرایب زاویه مشخص رسم می‌گردد.
- (۴) خطوط شکسته‌ای که از نقطه دلخواه شروع شده و با ضرایب زاویه مشخص رسم می‌گردد.

(سراسری ۸۷)

۴۶- در کارگاهی مختصات مکانی شش ماشین موجود به‌صورت زیر است:

$$A = (1, 1), B = (3, 1), C = (5, 1), D = (1, 3), E = (3, 3), F = (5, 3)$$

اگر بخواهیم ماشین جدیدی که با ماشین‌های موجود ارتباط یکسانی دارد استقرار دهیم، مکان مختصاتی بهینه استقرار ماشین جدید را به‌دست آورید. (مسافت به روش مستقیم اندازه‌گیری می‌شود)

$$(1) \quad (3, 2) \quad (2) \quad (2, 2) \quad (3) \quad (4, 2) \quad (4) \quad (3, 3)$$

(سراسری ۸۷)

۴۷- قرار است یک واحد خدمات در بین مراکز مسکونی زیر ایجاد شود که وزن بین این واحد خدماتی جدید با مراکز مسکونی یکسان است. با توجه به اطلاعات زیر بهترین مختصات واحد خدماتی کجاست؟ (مسافت به‌صورت پله‌ای است)

| مرکز مسکونی i | ۱              | ۲              | ۳              | ۴              | ۵         | ۶         |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------|
| مختصات        | (۰ و ۰)        | (۳۰ و ۹۰)      | (۶۰ و ۲۰)      | (۲۰ و ۸۰)      | (۷۰ و ۷۰) | (۹۰ و ۴۰) |
| (۱)           | $x = [30, 60]$ | $x = [30, 60]$ | $x = 60$       | $x = [30, 60]$ |           |           |
| (۲)           | $y = 40$       | $y = [40, 70]$ | $y = [40, 70]$ | $y = [40, 70]$ |           |           |
| (۳)           |                |                |                |                |           |           |
| (۴)           |                |                |                |                |           |           |

(سراسری ۸۷)

۴۸- اگر چهار ماشین موجود در نقاط  $(a, a)$ ،  $(a, b)$ ،  $(b, a)$  و  $(b, b)$  قرار داشته باشند و ارتباط ماشین جدید با آنها به‌ترتیب  $2W$  و  $W$ ،  $W$  و  $2W$  باشد، محل ماشین جدید را با توجه به مسافت اقلیدوسی (مستقیم) مشخص کنید. (تذکر:  $a < b$ )

$$(1) \quad x = \frac{3}{2}(a+b) \text{ و } y = \frac{3}{2}a + b \quad (2) \quad x = \frac{a}{2} \text{ و } y = \frac{b}{2} \quad (3) \quad x = \frac{a+b}{2} \text{ و } y = \frac{a+b}{2} \quad (4) \quad x = \frac{a}{2} \text{ و } y = \frac{b}{2}$$

(سراسری ۸۷)

۴۹- در سطح کارگاهی چهار ماشین استقرار دارد که مکان مختصاتی آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$A = (2, 1) \quad B = (4, 3) \quad C = (5, 4) \quad D = (3, 2)$$

قرار است ماشین جدیدی در این کارگاه استقرار یابد. به‌فرض آنکه حمل و نقل به‌صورت پله‌ای انجام پذیرد، در چه حالتی مکان بهینه استقرار می‌تواند بر روی ماشین‌های موجود منطبق نگردد؟

فرض: میزان ارتباط بین ماشین جدید و ماشین‌های موجود  $WA$ ،  $WB$ ،  $WC$ ،  $WD$  می‌باشد.

- (۱) در موقعی که مکان بهینه نقطه نباشد.
- (۲) موقعی که مکان بهینه یک پاره‌خط باشد.
- (۳) موقعی که مکان بهینه یک سطح باشد.
- (۴) چنین حالتی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

(سراسری ۸۷)

۵۰- کارخانه‌ای دارای سه ماشین با مختصات  $P_1 \begin{pmatrix} 8 \\ 4 \end{pmatrix}$ ،  $P_2 \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \end{pmatrix}$  و  $P_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$  است. گفته شده است که تخمین مقادیر  $w_i$  مشکل است. اما

تصمیم‌گیری نهایی این بوده است که ماشین جدید در محل  $P \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \end{pmatrix}$  قرار گیرد. اگر محاسبه فاصله‌ها براساس فرمول مربع اقلیدوسی انجام گردد، مقادیر  $w_i$  کدام است؟

$$(1) \quad w = [0.2, 0.4, 0.2] \quad (2) \quad w = [0.2, 0.4, 0.2] \quad (3) \quad w = [0.4, 0.2, 0.4] \quad (4) \quad w = [1, 1, 1]$$

(سراسری ۸۸)

۵۱- ۵ تجهیز  $M_1$ ،  $M_2$ ،  $M_3$ ،  $M_4$  و  $M_5$  در راستای یک راهروی مستقیم با ۲ واحد فاصله از هم قرار دارند. قرار است تجهیز جدیدی که با هر ۵ تجهیز موجود ارتباط دارد، استقرار داده شود. اگر میزان ارتباط تجهیز جدید با تجهیزات موجود به‌ترتیب  $W_1 = 3$ ،  $W_2 = 2$ ،  $W_3 = 3$ ،  $W_4 = 1$  و  $W_5 = 3$  باشد، مکان بهینه با توجه به اینکه فاصله می‌تواند مجذور فاصله مستقیم، مستقیم و پله‌ای باشد، کدام است؟



(۱) مکان بهینه نقطه‌ای در طول راهرو می‌باشد.

(۲) مکان بهینه همان محلی است که ماشین  $M_4$  استقرار دارد.

(۳) مکان بهینه بر روی دایره‌ای به مرکز  $M_4$  و شعاع قرار دارد.

(۴) حد فاصل محل ماشین  $M_4$  و  $M_5$  مکان بهینه برای استقرار تجهیز جدید است.

(سراسری ۸۸)

۵۲- سه ماشین در محله‌ای  $p_1(0,3)$ ،  $p_2(4,0)$  و  $p_3(4,5)$  مستقر می‌باشند، هزینه حمل و نقل بین یک ماشین جدید با سه ماشین موجود برای هر واحد فاصله  $w_1 = 10$ ،  $w_2 = 5$  و  $w_3 = 20$  می‌باشد. اگر حمل و نقل بین ماشین‌آلات در راهروهای عمود بر هم انجام گیرد و محل ماشین جدید  $F(0,0)$  باشد، هزینه حمل و نقل چقدر است؟

(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۳۰ (۳) ۱۸۰ (۴) ۲۳۰

(سراسری ۸۸)

۵۳- چهار ماشین در کارگاهی استقرار دارند. مکان مختصات هر چهار ماشین به صورت زیر است:

$$p_1 = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \end{vmatrix} \quad p_2 = \begin{vmatrix} 4 \\ 2 \end{vmatrix} \quad p_3 = \begin{vmatrix} 2 \\ 3 \end{vmatrix} \quad p_4 = \begin{vmatrix} 5 \\ 4 \end{vmatrix}$$

می‌خواهیم تجهیز جدیدی که با چهار ماشین موجود ارتباط یکسانی دارد، در این کارگاه مستقر نماییم. نقطه  $\begin{vmatrix} 3 \\ 2/5 \end{vmatrix}$  به عنوان نقطه مناسب استقرار انتخاب شده است، این نقطه در چه صورت نقطه بهینه است؟

(۱) اگر فاصله به صورت پله‌ای مورد محاسبه قرار گیرد.

(۲) اگر فاصله به صورت مستقیم مورد محاسبه قرار گیرد.

(۳) اگر فاصله به صورت مجذور فاصله مستقیم مورد محاسبه قرار گیرد.

(۴) اگر فاصله به صورت پله‌ای، مستقیم و یا مجذور فاصله مستقیم مورد محاسبه قرار گیرد.

(سراسری ۸۸)

۵۴- قرار است کارخانه‌ای در یکی از چهار مکان A، B، C و D احداث شود. هزینه‌های ثابت و متغیر هر یک از مکان‌ها مطابق جدول زیر می‌باشد. اگر چنانچه خروجی مورد انتظار ۶۰۰۰ محصول در سال و قیمت فروش هر واحد محصول برابر ۱۳۰ واحد پولی باشد، کدام مکان انتخاب می‌شود؟

| مکان بالقوه | هزینه ثابت در سال | هزینه متغیر به ازای هر واحد محصول |
|-------------|-------------------|-----------------------------------|
| A           | ۱۵۰۰۰             | ۷۵                                |
| B           | ۲۰۰۰۰             | ۵۰                                |
| C           | ۳۰۰۰۰             | ۳۵                                |
| D           | ۴۰۰۰۰             | ۲۵                                |

(۱) A

(۲) B

(۳) C

(۴) D

(سراسری ۸۸)

### تست‌های آزمون دانشگاه آزاد

۵۵- برای استقرار یک ترمینال در یک شهر می‌خواهیم از مدل‌های جابایی (روش مجذور فاصله) استفاده کنیم. در حال حاضر منطقه پرجمعیت شهری به ترتیب در نقاط (۲،۵)، (۸،۶) و (۲،۱۰) با داشتن جمعیتی به ترتیب ۱۰ درصد، ۵۰ درصد و ۴۰ درصد می‌باشد. محل بهینه استقرار یک ترمینال را مشخص کنید؟

(۱)  $3/5$  و  $2/5$  (۲)  $5/8$  و  $3/6$  (۳)  $5$  و  $4/8$  (۴)  $2/6$  و  $10$

(آزاد ۷۹)

۵۶- دو پالت به ترتیب در نقاط  $P_1 = (2,5)$  و  $P_2 = (8,10)$  قرار دارند. فاصله خطی شکسته آن‌ها چقدر است؟

(۱) ۲۱ واحد (۲) ۱۰ واحد (۳) ۱۱ واحد (۴) ۳۰ واحد

(آزاد ۷۹)

۵۷- در مسایل جابایی مرکب با  $n$  تسهیل جدید، اگر ارتباط بین تسهیلات جدید ناچیز در نظر گرفته شود به چه نحو می‌توان صورت ساده‌تر این مساله را حل نمود (روش خطی شکسته)

(۱) حل مساله به صورت نوشتن معادل برنامه‌ریزی خطی و سپس حل آن

(۲) حل مساله به صورت تقسیم کردن مساله به دو جزء

(۳) قابل حل نمی‌باشد

(۴) حل مساله به صورت  $n$  بار جابایی تکی

(آزاد ۷۹)



۵۸- اگر در مساله جایابی مرکب هزینه حمل و نقل بین تسهیلات جدید صفر باشد می‌توان آن‌ها را به راحتی با:

(۱) استفاده از ماتریس مرکب حل کرد.

(۲) استفاده از برنامه‌ریزی خطی حل نمود.

(۳) اصلاً نمی‌توان آن‌ها را با این طریق حل نمود.

(۴) استفاده از راهکارهای جایابی تکی حل نمود.

(آزاد ۸۰)

۵۹- در یک کارگاه می‌خواهیم ماشینی را میان سه ماشین دیگر که به ترتیب نقاط (۱۰۱)، (۲۰۲) و (۳۰۳) مستقر هستند؛ طوری قرار دهیم که هزینه‌های حمل و نقل حداقل شود. اگر از هر یک از ماشین‌ها به ترتیب ۵۰، ۳۰ و ۲۰ درصد بین آن‌ها و ماشین جدید رد و بدل شود با استفاده از روش مجذور فاصله، محل بهینه استقرار این ماشین‌ها کجاست؟

$$(1) \quad x^* = 2y^* \quad (2) \quad x^* = 4/5, \quad y^* = 5$$

$$(3) \quad x^* = 1/7, \quad y^* = 1/7 \quad (4) \quad x^* = 2, \quad y^* = 3$$

(آزاد ۸۰)

۶۰- کدامیک از عوامل زیر در مدل‌های ریاضی جایابی تاثیر ندارند؟

(۱) عوامل محیطی و زیست محیطی

(۲) مسافت‌های پیموده شده

(۳) تناژ حمل و نقل شده

(۴) اهمیت نزدیک بودن

(آزاد ۸۱)

۶۱- شرکتی را در نظر بگیرید که قرار است از بین چهار گزینه زیر، یک مکان که دارای هزینه کل کمتری است، انتخاب کند. در این مکان یک کارخانه جدید احداث خواهد شد. در ضمن مقدار تقاضای بازار برای محصول تولید شده با احتمال وقوع آن مطابق جدول زیر است:

| مکان        | A   | B   | C   | D   |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| هزینه ثابت  | ۶۰۰ | ۴۵۰ | ۵۰۰ | ۵۷۵ |
| هزینه متغیر | ۱/۰ | ۱/۸ | ۱/۳ | ۰/۸ |

| تقاضا  | ۵۰  | ۷۵  | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| احتمال | ۰/۲ | ۰/۴ | ۰/۱ | ۰/۳ |

(۴) مکان D

(۳) مکان C

(۲) مکان C

(۱) مکان A

(آزاد ۸۵)

۶۲- فرض کنید در یک منطقه جغرافیایی شش شهر داریم که قرار است یک انبار توزیع کالا در یکی از شهرها احداث شود. با توجه به اطلاعات زیر و با استفاده از روش مرکز ثقل کدام شهر را انتخاب می‌کنید؟

| شهر            | A   | B   | C   | D  | E   | F   |
|----------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| مختصات X       | ۲   | ۴   | ۸   | ۱۰ | ۱۲  | ۱۴  |
| مختصات Y       | ۴   | ۹   | ۷   | ۴  | ۷   | ۱   |
| تعداد حمل کالا | ۴۰۰ | ۶۵۰ | ۴۰۰ | ۹۰ | ۸۵۰ | ۴۰۰ |

(۱) B

(۲) D

(۳) C

(۴) E

(آزاد ۸۵)

۶۳- از بین چهار شهر پیشنهادی، قرار است یک شهر جهت احداث یک بیمارستان تخصصی انتخاب شود. با توجه به عوامل زیر و درجه اهمیت آن کدام گزینه بهتر است و کل نمره وزنی آن چقدر است؟

| شهر               | الف | ب  | ج  | د  | درجه |
|-------------------|-----|----|----|----|------|
| مزیت اقتصادی      | ۵   | ۳۲ | ۲۴ | ۲۰ | ۰/۲  |
| تهیه مواد اولیه   | ۳۵  | ۸۵ | ۷۰ | ۹۰ | ۰/۳  |
| نگهداری و تعمیرات | ۶۰  | ۲۵ | ۳۰ | ۲۸ | ۰/۱  |
| حمل و نقل         | ۵۰  | ۶۵ | ۷۰ | ۶۰ | ۰/۴  |

(۱) (ب) با نمره ۶۰/۴

(۲) (الف) با نمره ۳۶/۵

(۳) (ج) با نمره ۵۶/۸

(۴) (د) با نمره ۶۱/۸

(آزاد ۸۵)

۶۴- با توجه به اطلاعات داده شده قرار است بهترین مکان یک ماشین جدید در بین چهار ماشین موجود تعیین شود. فرض کنید که مسافت به صورت پله‌ای (Rectilinear) است. شیب ناحیه (خانه) ۳ و ۳ (یعنی قسمت جنوب شرقی بهترین مکان ماشین جدید) را تعیین کنید؟

| ماشین | مختصات (X و Y) | وزن |
|-------|----------------|-----|
| ۱     | (۱۰ و ۱۰)      | ۳۰  |
| ۲     | (۲ و ۱۰)       | ۱۰  |
| ۳     | (۱۰ و ۲)       | ۱۰  |
| ۴     | (۵ و ۱)        | ۶   |

(۱) ۱-

(۲) ۲/۳۳

(۳) ۱/۲۷

(۴) -۰/۵۵

(آزاد ۸۵)

۶۵- شرکتی می‌خواهد علاوه بر دو کارخانه‌ی موجود ۱ و ۲ یک کارخانه جدید I یا II را انتخاب کند. با توجه به جدول اطلاعات داده شده، کدام کارخانه‌ی جدید انتخاب می‌شود و کل هزینه‌ی حمل و نقل آن چقدر است؟

| عرضه | ج    | ب    | الف  |                 |
|------|------|------|------|-----------------|
| ۱۰۰۰ | ۸    | ۱۲   | ۱۰   | کارخانه موجود ۱ |
| ۲۰۰۰ | ۱۰   | ۱۲   | ۸    | کارخانه موجود ۲ |
| ۵۰۰۰ | ۱۰   | ۶    | ۶    | کارخانه جدید I  |
| ۵۰۰۰ | ۱۲   | ۱۰   | ۴    | کارخانه جدید II |
|      | ۲۰۰۰ | ۳۰۰۰ | ۳۰۰۰ | تقاضا           |

(۱) کارخانه‌ی جدید II با کل هزینه‌ی ۵۶۰۰۰ واحد پولی

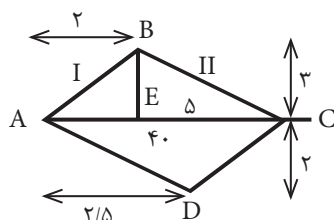
(۲) کارخانه‌ی جدید I با کل هزینه‌ی ۶۲۰۰۰ واحد پولی

(۳) کارخانه‌ی جدید II با کل هزینه‌ی ۶۲۰۰۰ واحد پولی

(۴) کارخانه‌ی جدید I با کل هزینه‌ی ۵۶۰۰۰ واحد پولی

(آزاد ۸۵)

۶۶- چهار وسیله به روی چهار رأس از یک شکل نامنظم مطابق زیر قرار دارند. قرار است وسیله‌ی جدیدی در میان این وسایل قرار گیرد. در صورتی که میزان حمل و نقل بین وسیله جدید با وسایل موجود A، B، C و D به ترتیب برابر با  $3w$ ،  $2w$ ،  $w$  و  $5w$  باشد و هزینه‌های حمل و نقل تابعی از مجذور فاصله مستقیم باشد، محل بهینه وسیله‌ی جدید در کدام ناحیه است؟



(۱) در ناحیه III

(۲) در ناحیه I

(۳) در ناحیه II

(۴) روی ارتفاع BE

(آزاد ۸۶)

۶۷- در تعیین مکان یک کارخانه، امتیازات عوامل و اوزان این عوامل با توجه به دو موقعیت مکانی A و B به صورت جدول زیر است. مکان مناسب کارخانه:

| عوامل             | وزن | موقعیت A | موقعیت B |
|-------------------|-----|----------|----------|
| تسهیلات مورد نیاز | ۰/۳ | ۶۰       | ۹۰       |
| نیروی انسانی محلی | ۰/۵ | ۵۰       | ۳۰       |
| حمل و نقل         | ۰/۴ | ۶۰       | ۶۰       |
| محیط زیست         | ۰/۲ | ۴۰       | ۶۰       |

(۱) می‌تواند هر دو موقعیت باشد.

(۲) موقعیت A است.

(۳) موقعیت B است.

(۴) اطلاعات دیگری مورد نیاز است.

(آزاد ۸۸)

۶۸- کارخانه‌ای در حال حاضر با ۴ ماشین در حال کار کردن است. مدیریت قصد دارد به منظور افزایش ظرفیت تولید، ماشین جدیدی را به خط تولید اضافه کند. در صورتی که میزان حمل و نقل بین ماشین‌آلات جدید و ماشین‌آلات موجود به صورت زیر باشد و در راهروهای عمود بر هم حمل شود و ماشین‌آلات موجود در محل‌های زیر قرار داشته باشند، ماشین جدید باید در کدام یک از محل‌های زیر قرار گیرد؟  $W = [۷۰ و ۹۰ و ۴۰ و ۵۰]$

| ماشین | X  | Y  |
|-------|----|----|
| ۱     | ۲۰ | ۳۰ |
| ۲     | ۱۰ | ۴۰ |
| ۳     | ۳۰ | ۵۰ |
| ۴     | ۴۰ | ۶۰ |

(۱) (۲۰ و ۴۰)

(۲) (۳۵ و ۴۰)

(۳) (۲۵ و ۴۰)

(۴) (۳۰ و ۴۰)

(آزاد ۸۸)

### تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- شرکتی مواد خود را از ۴ تامین‌کننده متفاوت خریداری می‌کند. این شرکت می‌خواهد یک مرکز جدید توزیع مرکزی به منظور بسته‌بندی مواد قبل از حمل آن‌ها به مراکز فروش مختلف احداث کند. تامین‌کنندگان، مواد را در کامیون‌های ۵ متری با ظرفیت ۶۰۰۰ کیلوگرم حمل می‌کنند. محل ۴ تامین‌کننده در نقاط  $A(20, 20)$ ،  $B(10, 50)$ ،  $C(25, 60)$ ،  $D(50, 30)$  بوده و تعداد جابه‌جایی سالانه به مرکز توزیع به ترتیب برابر  $W_A = 75$ ،  $W_B = 105$ ،  $W_C = 135$  و  $W_D = 60$  می‌باشد. اگر مسیرهای حمل مجذور فاصله اقلیدسی فرض شوند، مختصات پیشنهادی برای مکان مرکز توزیع جدید کدام است؟

- (۱)  $(43/3, 25/6)$  (۲)  $(44/4, 23/8)$  (۳)  $(53/8, 22/4)$  (۴)  $(73/3, 28/7)$

۲- در یک کارخانه، پنج کارگاه که قطعه مشابهی را با حجم تولید برابر تولید می‌کنند، در مکان‌های  $(10, 10)$ ،  $(8, 5)$  و  $(5, 5)$ ،  $(2, 2)$  و  $(4, 4)$  قرار دارند. قطعات تولیدی این کارگاه‌ها به یک انبار مرکزی منتقل می‌شود و سپس از طریق یک نوار نقاله به موازات محور  $x$ ها به محل بارگیری کارخانه که هر نقطه روی  $x = 20$  می‌تواند باشد، انتقال می‌یابد. در صورتی که کل هزینه جابه‌جایی از هر کارگاه به انبار مرکزی به ازای واحد مسافت ۱۰ باشد و هزینه هر متر نوار نقاله ۱۲ در نظر گرفته شود، در صورتی که فاصله‌ها پله‌ای اندازه‌گیری شوند، مختصات مکان بهینه انبار چقدر است؟

- (۱)  $(5, 5)$  (۲)  $(8, 5)$  (۳)  $(10, 8)$  (۴)  $(5, 10)$

## پاسخنامه تشریحی فصل پانزدهم

## پاسخنامه آزمون سراسری

۱- گزینه ۳

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{3 \times 2 \times 4 + 1 \times 5 \times 4 + 2 \times 2 \times 4}{3 \times 2 + 1 \times 5 + 2 \times 2} = \frac{60}{15} = 4$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{3 \times 2 \times 2 + 1 \times 5 \times 6 + 2 \times 2 \times 4 / 5}{3 \times 2 + 1 \times 5 + 2 \times 2} = \frac{60}{15} = 4$$

۲- گزینه ۴

$$\begin{array}{ccc} B(0,0) & C(5,0) & A(2,2/5) \\ w & 2w & 3w \end{array}$$

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{0 \times w + 5 \times 2w + 2 \times 3w}{6w} = \frac{16w}{6w} = 2/3$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{0 \times w + 0 \times 2w + 3w \times 2/5}{6w} = \frac{6w}{6w} = 1$$

$$\Rightarrow (x^*, y^*) = (2/3, 1)$$

براین اساس محل بهینه وسیله جدید روی ناحیه II واقع شده است.

۳- گزینه ۱

مختصات چهار وسیله موجود عبارتند از:

|             |             |              |             |
|-------------|-------------|--------------|-------------|
| $A(0,0)$    | $B(1,0)$    | $C(2,0)$     | $D(3,0)$    |
| $\sqrt{2}H$ | $\sqrt{2}H$ | $\sqrt{2}H$  | $\sqrt{2}H$ |
| $x$         | $w$         | $\sum w$     |             |
| 0           | $\sqrt{2}H$ | $\sqrt{2}H$  |             |
| 1           | $\sqrt{2}H$ | $2\sqrt{2}H$ |             |
| 2           | $\sqrt{2}H$ | $3\sqrt{2}H$ |             |
| 3           | $\sqrt{2}H$ | $4\sqrt{2}H$ |             |

$$\frac{4\sqrt{2}H}{2} = 2\sqrt{2}H \rightarrow x^* = [1, 2], \quad y^* = 0$$

محل بهینه وسیله جدید می تواند هر نقطه ای روی پاره خط BC باشد.

۴- گزینه ۱

برای هر یک از محل های  $x, y$  و  $z$  تابع فاصله پله ای محاسبه می شود، هر کدام که مقدار کمتری داشته باشد، به عنوان مکان مناسب انتخاب می شود.

$$f(x, y) = \sum w_i [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

$$f(x) = 25 \times (10 + 20) + 58 \times (50 + 20) + 40 \times (10 + 10) = 5610$$

$$f(y) = 25 \times (30 + 20) + 58 \times (30 + 20) + 40 \times (10 + 10) = 4950$$

$$f(z) = 25 \times (50 + 20) + 58 \times (10 + 20) + 40 \times (30 + 10) = 5090$$

محل  $y$  دارای کمترین مقدار هزینه می‌باشد.

۵- گزینه ۳

$$f(x, y) = \sum w_i [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

$$f(3, 3) = 3 \times (7 + 1) + 5 \times (2 + 3) + 2 \times (1 + 4) = 59$$

۶- گزینه ۳

سریع‌ترین راه برای یافتن جواب این سؤال، بررسی گزینه‌هاست.

$$f(x, y) = \sum w_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$f(5, 6) = \sqrt{5^2 + 6^2} + \sqrt{5^2 + 4^2} + \sqrt{0 + 6^2} + \sqrt{7^2 + 0} = 27/26$$

$$f(4/25, 4) = \sqrt{4/25^2 + 4^2} + \sqrt{4/25^2 + 6^2} + \sqrt{0/75^2 + 4^2} + \sqrt{7/75^2 + 2^2} = 25/33$$

$$f(4, 2) = \sqrt{4^2 + 2^2} + \sqrt{4^2 + 8^2} + \sqrt{1 + 2^2} + \sqrt{8^2 + 4^2} = 24/61$$

$$f(2/5, 3) = \sqrt{2/5^2 + 3^2} + \sqrt{2/5^2 + 7^2} + \sqrt{2/5^2 + 3^2} + \sqrt{10^2 + 3^2} = 25/68$$

نقطه (۴ و ۲) با کمترین هزینه، بهترین مکان می‌باشد.

۷- گزینه ۳

| X  | w   | $\sum w$ |
|----|-----|----------|
| ۱۱ | ۶   | ۶        |
| ۳۲ | ۶/۸ | ۱۲/۸     |
| ۴۲ | ۷/۱ | ۱۹/۹     |
| ۴۹ | ۵/۳ | ۲۵/۲     |

$$\frac{25/2}{2} = 12/6$$

$$x^* = 32$$

| Y  | w   | $\sum w$ |
|----|-----|----------|
| ۳۱ | ۷/۱ | ۷/۱      |
| ۴۲ | ۵/۳ | ۱۲/۴     |
| ۵۸ | ۶/۸ | ۱۹/۲     |
| ۶۹ | ۶   | ۲۵/۲     |

$$\frac{25/2}{2} = 12/6$$

$$y^* = 58$$

۸- گزینه ۱

$$A \text{ نمره شهر} = 0/25 \times 95 + 0/15 \times 60 + 0/15 \times 70 + 0/1 \times 70 + 0/1 \times 80 + 0/1 \times 80 + 0/8 \times 70 + 0/7 \times 90 = 78/15$$

$$B \text{ نمره شهر} = 0/25 \times 90 + 0/15 \times 60 + 0/15 \times 45 + 0/1 \times 90 + 0/1 \times 90 + 0/1 \times 65 + 0/8 \times 95 + 0/7 \times 90 = 76/65$$

$$C \text{ نمره شهر} = 0/25 \times 65 + 0/15 \times 90 + 0/15 \times 60 + 0/1 \times 70 + 0/1 \times 85 + 0/1 \times 75 + 0/8 \times 60 + 0/7 \times 80 = 7/25$$

مکان A با بالاترین امتیاز یعنی ۷۸/۱۵ انتخاب می‌شود.

۹- گزینه ۲

| X  | w   | $\sum w$ |
|----|-----|----------|
| ۱۰ | ۹۰۰ | ۹۰۰      |
| ۲۰ | ۷۰۰ | ۱۶۰۰     |
| ۳۰ | ۴۰۰ | ۲۰۰۰     |
| ۴۰ | ۵۰۰ | ۲۵۰۰     |

$$\frac{2500}{2} = 1250$$

$$x^* = 20$$

| Y  | w   | $\sum w$ |
|----|-----|----------|
| ۳۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰      |
| ۴۰ | ۹۰۰ | ۱۶۰۰     |
| ۵۰ | ۴۰۰ | ۲۰۰۰     |
| ۶۰ | ۵۰۰ | ۲۵۰۰     |

$$\frac{2500}{2} = 1250$$

$$y^* = 40$$

$$f(x, y) = \sum w_i [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

$$f(x, y) = 900(0+10) + 700 \times (10+0) + 400 \times (10+10) + 500 \times (20+20) = 44000$$

۱۰- گزینه ۴)

کاربرد مدل منحنی‌های هم‌تراز در تعیین محل یک وسیله بین چند وسیله برای جستجوی محل به‌صورت پیوسته، با در نظر گرفتن کمترین هزینه و در محل‌های امکان‌پذیر است.

۱۱- گزینه ۴)

| x | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 0 | 40 | 40       |
| 1 | 80 | 120      |
| 4 | 20 | 140      |
| 5 | 60 | 200      |
| 6 | 40 | 240      |

$$\frac{240}{2} = 120$$

$$x^* = [1, 4]$$

| Y | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 0 | 40 | 40       |
| 2 | 60 | 100      |
| 3 | 20 | 120      |
| 5 | 80 | 200      |
| 7 | 40 | 240      |

$$\frac{240}{2} = 120$$

$$y^* = [3, 5]$$

۱۲- گزینه ۱)

در این مکان‌یابی گسسته، تابع فاصله برای هر سه محل پیشنهادی محاسبه می‌شود، هر کدام که دارای کمترین مقدار هزینه باشند، به‌عنوان جواب انتخاب می‌شوند.

$$f(x, y) = \sum w_i [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

$$f(4, 3) = 40 \times (2+1) + 50 \times (1+1) = 220$$

$$f(2, 2) = 40 \times (2+0) + 50 \times (3+0) = 230$$

$$f(4, 4) = 40 \times (2+0) + 50 \times (1+2) = 230$$

نقطه (۴، ۳) انتخاب می‌شود.

۱۳- گزینه ۲)

از روش شکل و صورت سؤال، مختصات چهار کارخانه عبارتند از:

$$p_1 = (3, 2) \quad p_r = (0, 2) \quad p_r = (3, 0) \quad p_r = (0, 0)$$

فاصله پله‌ای:

| x | w | $\sum w$ |
|---|---|----------|
| 0 | 1 | 1        |
| 0 | 1 | 2        |
| 3 | 1 | 3        |
| 3 | 1 | 4        |

$$\frac{4}{2} = 2$$

$$x^* = [0, 3]$$

| Y | w | $\sum w$ |
|---|---|----------|
| 0 | 1 | 1        |
| 0 | 1 | 2        |
| 2 | 1 | 3        |
| 2 | 1 | 4        |

$$\frac{4}{2} = 2$$

$$y^* = [0, 2]$$

بنابراین هر نقطه‌ای داخل مستطیل، جواب بهینه می‌باشد.

۱۴- گزینه ۳)

از روی شکل و صورت سؤال مختصات چهار وسیله عبارتند از:

$$M = (0, 0) \\ W = A$$

$$N = (0, 2) \\ W = 2A$$

$$O = (2, 2) \\ W = 3A$$

$$P = (2, 0) \\ W = 4A$$

| x | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 0 | A  | A        |
| 0 | 2A | 3A       |
| 2 | 3A | 6A       |
| 2 | 4A | 10A      |

$$\frac{10A}{2} = 5A$$

$$X^* = 2$$

| Y | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 0 | A  | 1A       |
| 0 | 4A | 5A       |
| 2 | 2A | 7A       |
| 2 | 3A | 10A      |

$$\frac{10A}{2} = 5A$$

$$y^* = [0, 2]$$

جواب روی پاره‌خط OP است.

۱۵- گزینه ۲

افزایش طول ضلع مربع تأثیری بر جواب بهینه ندارد. چون اوزان هیچ تغییری نمی‌کند، فقط عدد ۲ است که تغییر می‌کند که باز هم جواب روی پاره‌خط OP قرار گرفته است که اکنون بزرگ‌تر شده است.

۱۶- گزینه ۱

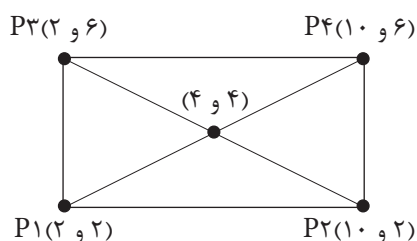
$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{A \times 0 + 2A \times 0 + 3A \times 2 + 4A \times 2}{A + 2A + 3A + 4A} = \frac{14A}{10A} = 1.4$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{A \times 0 + 2A \times 2 + 3A \times 2 + 4A \times 0}{A + 2A + 3A + 4A} = \frac{10A}{10A} = 1$$

در حالت فاصله‌ی مجذور مستقیم، جواب بهینه در داخل مربع قرار دارد.

۱۷- گزینه ۲

مکان‌های ماشین‌های موجود تشکیل یک مستطیل می‌دهند که محل برخورد اقطار آن محل بهینه ماشین جدید در حالت مستقیم و مجذور فاصله مستقیم است.



۱۸- گزینه ۴

از روی تابع فاصله پله‌ای مختصات ماشین‌ها را یافته و سپس با در نظر گرفتن مجذور فاصله مستقیم، مکان بهینه ماشین جدید را می‌یابیم:

$$p_1 = (0, 6) \\ w_1 = 2$$

$$p_2 = (4, 7) \\ w_2 = 4$$

$$p_3 = (5, 3) \\ w_3 = 4$$

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{2 \times 0 + 4 \times 4 + 4 \times 5}{10} = 3.6$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{2 \times 6 + 4 \times 7 + 4 \times 3}{10} = 5.2$$

گرچه مختصات  $p_2$  و  $p_3$  منحصر به فرد نمی‌باشد.

۱۹- گزینه ۴)

از روی شکل، مختصات ماشین‌های موجود را تعیین نموده و سپس با روش اوزان تجمعی، محل بهینه تعیین می‌شود. مختصات ماشین‌های موجود عبارتند از:

$$\begin{array}{lll} p_1 = (2, 2) & p_2 = (4, 4) & p_3 = (6, 6) \\ w_1 = 10 & w_2 = 5 & w_3 = 5 \end{array}$$

| X | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 2 | 10 | 10       |
| 4 | 5  | 15       |
| 6 | 5  | 20       |

$$\frac{20}{2} = 10 \Rightarrow x^* = [2, 4]$$

| Y | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 2 | 10 | 10       |
| 4 | 5  | 15       |
| 6 | 5  | 20       |

$$\frac{20}{2} = 10 \Rightarrow y^* = [2, 4]$$

مکان بهینه یک سطحی بین  $x^* = [2, 4]$  و  $y^* = [2, 4]$  است. بنابراین بینهایت نقطه بهینه وجود دارد.

۲۰- گزینه ۴)

با توجه به شکل و اوزان ماشین‌ها نقطه بهینه، نقطه‌ای بر روی خط واصل B و C قرار دارد.

۲۱- گزینه ۲)

معیارها دارای اوزان مساوی می‌باشند، اما طرح C به دلیل محدودیت سرمایه در دسترس امکان اجرایی شدن ندارد.

$$A \text{ امتیاز طرح } = 5 + 2 + 7 + 8 + 9 = 31$$

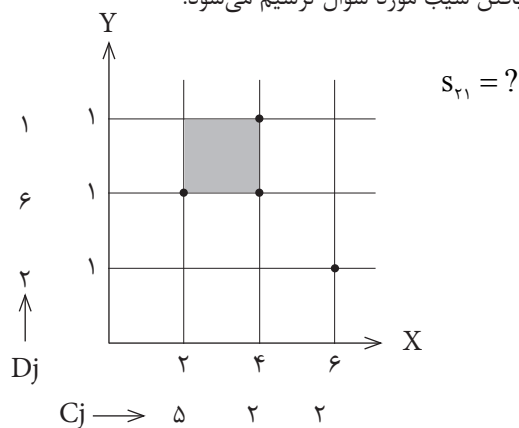
$$B \text{ امتیاز طرح } = 4 + 2 + 3 + 6 + 9 = 24$$

$$D \text{ امتیاز طرح } = 6 + 4 + 7 + 9 + 12 = 38$$

بر همین اساس طرح D بهترین طرح می‌باشد.

۲۲- گزینه ۳)

بر اساس مختصات ماشین‌ها و حجم حمل و نقل‌ها نمودار روبه‌رو جهت یافتن شیب مورد سؤال ترسیم می‌شود.



$$M_o = -\sum w_i = -9$$

$$N_o = -\sum w_i = -9$$

$$M_1 = M_o + 2C_1 = -9 + 2 \times 5 = +1$$

$$N_1 = N_o + 2D_1 = -9 + 2 \times 2 = -5$$

$$N_r = N_1 + 2D_r = -5 + 2 \times 6 = 7$$

$$s_{r1} = -\frac{M_1}{N_r} = -\frac{+1}{+7} = \frac{-1}{7}$$



۲۳- گزینه ۲)

چون B و C هر دو عوامل بحرانی را رعایت کرده‌اند، بنابراین مکان مناسب از بین این دو محل انتخاب می‌شود:

$$B \text{ امتیاز} = 0/5 \times 70 + 0/3 \times 40 + 0/2 \times 95 = 66$$

$$C \text{ امتیاز} = 0/5 \times 50 + 0/3 \times 90 + 0/2 \times 60 = 64$$

بنابراین مکان B باید انتخاب شود.

۲۴- گزینه ۱)

امتیاز تمام گزینه‌ها محاسبه می‌شود و گزینه‌ای با بالاترین امتیاز به عنوان مکان مناسب انتخاب می‌شود:

$$A \text{ امتیاز محل} = 0/35 \times 5 + 0/25 \times 4 + 0/2 \times 5 + 0/15 \times 2 + 0/05 \times 2 = 4/15 \quad \checkmark$$

$$B \text{ امتیاز محل} = 0/35 \times 5 + 0/25 \times 5 + 0/2 \times 3 + 0/15 \times 2 + 0/05 \times 1 = 3/95$$

$$C \text{ امتیاز محل} = 0/35 \times 3 + 0/25 \times 1 + 0/2 \times 4 + 0/15 \times 5 + 0/05 \times 2 = 2/95$$

$$D \text{ امتیاز محل} = 0/35 \times 4 + 0/25 \times 2 + 0/2 \times 5 + 0/15 \times 3 + 0/05 \times 5 = 3/6$$

۲۵- گزینه ۳)

$$A \text{ امتیاز محل} = 0/3 \times 35 + 0/1 \times 60 + 0/4 \times 20 - 0/2 \times 190 = -13/5$$

$$B \text{ امتیاز محل} = 0/3 \times 85 + 0/1 \times 25 + 0/4 \times 65 - 0/2 \times 166 = 2/8 \quad \checkmark$$

$$C \text{ امتیاز محل} = 0/3 \times 70 + 0/1 \times 30 + 0/4 \times 70 - 0/2 \times 174 = 17/2$$

$$D \text{ امتیاز محل} = 0/3 \times 40 + 0/1 \times 70 + 0/4 \times 10 - 0/2 \times 180 = -13$$

۲۶- گزینه ۱)

| x   | w   | $\sum w$ | y  | w   | $\sum w$ |
|-----|-----|----------|----|-----|----------|
| ۱۱  | ۲۵۰ | ۲۵۰      | ۵  | ۲۵۰ | ۲۵۰      |
| ۱۲  | ۱۲۵ | ۳۷۵      | ۹  | ۱۲۵ | ۳۷۵      |
| ۱۷  | ۱۲۵ | ۵۰۰      | ۱۰ | ۵۰  | ۴۲۵      |
| ۲۷  | ۴۵۰ | ۹۵۰      | ۱۳ | ۱۲۵ | ۵۵۰      |
| ۲۷۵ | ۵۰  | ۱۰۰۰     | ۱۶ | ۴۵۰ | ۱۰۰۰     |

$$\frac{1000}{2} = 500 \rightarrow x^* = [17, 27]$$

$$\frac{1000}{2} = 500 \rightarrow y^* = 13$$

۲۷- گزینه ۱)

در حالت مجذور فاصله مستقیم خطوط کانتور (نقاط هم‌ارزش) دایره‌هایی با مرکزیت نقطه بهینه می‌باشند.

۲۸- گزینه ۴)

$$f(x, y) = \sum w_i [|x - a_i| + |y - b_i|]$$

$$f(4, 6) = 1 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 5 + 3 + 4 + 2 + 2 + 2 = 24$$

$$f(5, 5) = 2 + 2 + 3 + 3 + 1 + 4 + 2 + 3 + 1 + 3 = 24$$

در اینجا  $w_i = 1$ از آنجایی که فاصله نقطه جدید  $(5, 3)$  از نقطه  $p_1 = (3, 3)$  کمتر از ۴ واحد (فرض مساله می‌باشد) مورد قبول نیست و به همین ترتیبنقطه  $(6, 4)$  رد می‌شود.

$$p_1 \text{ از } (5, 3) \text{ فاصله نقطه} = |5 - 3| + |3 - 3| = 2 < 4$$

$$p_4 \text{ از } (6, 4) \text{ فاصله نقطه} = |6 - 7| + |4 - 2| = 3 < 4$$

۲۹- گزینه ۳

حالت مجذور فاصله مستقیم:

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{5 \times 5 + 10 \times 3 + 5 \times 2}{5 + 10 + 5} = 3/25$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{5 \times 10 + 10 \times 6 + 5 \times 4}{5 + 10 + 5} = 6/5$$

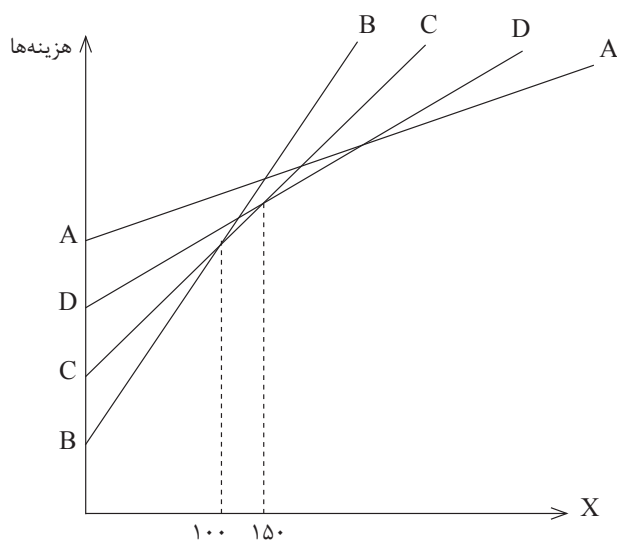
۳۰- گزینه ۴

براساس اطلاعات جدول می توان نوشت:

هزینه متغیر + هزینه ثابت = هزینه کل

$$\begin{cases} A = 600 + x \\ B = 450 + 1/8 x \\ C = 500 + 1/3 x \\ D = 575 + 0/8 x \end{cases}$$

براساس این معادلات نمودار زیر را خواهیم داشت:



$$\text{محل تقاطع B و C} \Rightarrow 450 + 1/8 x_1 = 500 + 1/3 x_1 \Rightarrow x_1 = 100$$

$$\text{محل تقاطع C و D} \Rightarrow 500 + 1/3 x_2 = 575 + 0/8 x_2 \Rightarrow x_2 = 150$$

در فاصله  $50 \leq x < 100$ ، مکان B انتخاب می شود.

۳۱- گزینه ۳

| x | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 0 | 5  | 5        |
| 4 | 15 | 20       |
| 6 | 10 | 30       |

$$\frac{30}{2} = 15 \rightarrow x^* = 4$$

| y | w  | $\sum w$ |
|---|----|----------|
| 2 | 5  | 5        |
| 5 | 10 | 15       |
| 8 | 15 | 30       |

$$\frac{30}{2} = 15 \rightarrow y^* = [5, 8]$$

۳۲- گزینه ۳

قیمت فروش در چهار مکان یکسان است، بنابراین درآمد چهار مکان یکسان است و فقط کافی است مکانی با هزینه‌های کل (مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر) کمتر انتخاب شود.

$$A \text{ مکان هزینه} = 25000 + 11 \times 8000 = 338000$$

$$B \text{ مکان هزینه} = 11000 + 30 \times 8000 = 350000$$

$$C \text{ مکان هزینه} = 150000 + 20 \times 8000 = 310000$$

$$D \text{ مکان هزینه} = 200000 + 35 \times 8000 = 480000$$

بنابراین مکان C با کمترین هزینه انتخاب می‌شود.

۳۳- گزینه ۱

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{5 \times w_1 + 0 \times w_r + 0 \times w_r}{w_1 + w_r + w_r} = 3 \rightarrow 5w_1 = 3 \Rightarrow w_1 = 0.6$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{10 \times w_1 + 5 \times w_r + 0 \times w_r}{w_1 + w_r + w_r} = 7/5 \Rightarrow 10w_1 + 5w_r = 7/5$$

$$6 + 5w_r = 7/5 \Rightarrow w_r = 0.3$$

$$w_1 + w_r + w_r = 1 \rightarrow w_r = 0.1$$

$$\frac{w_1}{w_r} = \frac{0.6}{0.1} = 6$$

۳۴- گزینه ۲

در مساله تک ماشینی با فواصل پله‌ای، شرط میانه برای نقطه بهینه شرط لازم و کافی است.

۳۵- گزینه ۳

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{1 \times 1 + 5 \times 1 + 3 \times 1}{3} = 3$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{1 \times 1 + 1 \times 1 + 4 \times 1}{3} = 2$$

$$(x^*, y^*) = (3, 2)$$

$$\Rightarrow (x, y) = (4, 3) \text{ محل ماشین}$$

$$F(3, 2) = 2^2 + (2^2 + 1) + (2^2 + 1) = 4 + 5 + 5 = 14$$

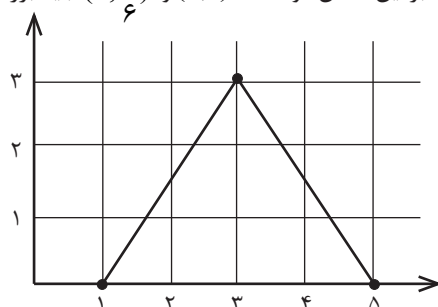
$$F(4, 3) = (3^2 + 2^2) + (1^2 + 1^2) + (1^2 + 2^2) = 9 + 4 + 2 + 5 = 20$$

$$F(4, 3) - F(3, 2) = 20 - 14 = 6$$

۳۶- گزینه ۲

مکان ماشین جدید نمی‌تواند بر روی خط  $X = 1$  و  $X = 3$  قرار گیرد.

چون  $w_i$  ها یکسان هستند، محل برخورد میانه‌ها، محل استقرار ماشین جدید می‌باشد. بر این اساس دو نقطه  $(3, 1)$  و  $(3, \frac{5}{6})$  باید بررسی شود:



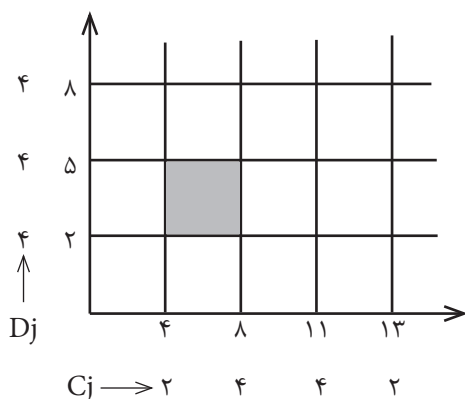
$$F(x, y) = \sum w_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$F(3, 1) = \sqrt{2^2 + 1} + \sqrt{0^2 + 2^2} + \sqrt{2^2 + 1^2} = 6/47$$

$$F(3, \frac{5}{6}) = \sqrt{4 + \frac{25}{36}} + \sqrt{0^2 + (\frac{5}{6} - 3)^2} + \sqrt{2^2 + \frac{25}{36}} = 6/5$$

نقطه  $(3, 1)$  هزینه کمتری دارد. بنابراین به‌عنوان محل بهینه انتخاب می‌شود.

۳۷- گزینه ۱)



$$M_o = -\sum w_i = -12$$

$$N_o = -\sum w_i = -12$$

$$M_1 = M_o + 2C_1 = -12 + 2 \times 2 = -8$$

$$N_1 = N_o + 2D_1 = -12 + 2 \times 4 = -4$$

$$s_{11} = -\frac{M_1}{N_1} = -\frac{-8}{-4} = -2$$

۳۸- گزینه ۱)

ماتریسی تشکیل داده و مسافت سایرین را تا هریک از گزینه‌های مطرح شده به دست می آوریم. کمترین مسافت به عنوان بهترین گزینه انتخاب می شود.

| گزینه‌ها | A  | B  | C  | D | E  | F  | G  | H  | کل مسافت |
|----------|----|----|----|---|----|----|----|----|----------|
| A        | -  | ۷  | ۸  | ۴ | ۸  | ۹  | ۱۲ | ۱۲ | ۶۰ ✓     |
| C        | ۸  | ۷  | -  | ۵ | ۱۶ | ۱۰ | ۱۳ | ۱۲ | ۷۱       |
| F        | ۹  | ۱۶ | ۱۰ | ۵ | ۶  | -  | ۳  | ۱۴ | ۶۳       |
| G        | ۱۲ | ۱۹ | ۱۳ | ۸ | ۹  | ۳  | -  | ۱۱ | ۷۵       |

مکان A به عنوان بهترین مکان انتخاب می شود.

۳۹- گزینه ۳)

مکان تسهیل را با توجه به اوزان  $C_j$  و  $D_j$  مشخص کرده و از روش اوزان تجمعی مکان بهینه را تعیین می کنیم چون فاصله به صورت پله‌ای است.

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| (x, y) | (۲, ۲) | (۵, ۴) | (۶, ۴) |
| w      | ۲      | ۲      | ۴      |

| x | w | $\sum w$ |
|---|---|----------|
| ۲ | ۲ | ۲        |
| ۴ | ۲ | ۴        |
| ۴ | ۴ | ۸        |

$$\frac{8}{2} = 4 \rightarrow x^* = [5, 6]$$

| x | w | $\sum w$ |
|---|---|----------|
| ۲ | ۲ | ۲        |
| ۵ | ۲ | ۴        |
| ۶ | ۴ | ۸        |

$$\frac{8}{2} = 4 \rightarrow y^* = 4$$

۴۰- گزینه ۴)

گزینه C به دلیل کوچک بودن فضای در دسترس اصلاً قابل بررسی نمی باشد؛ اما برای سه گزینه دیگر، امتیاز به صورت زیر محاسبه می شود:

$$A \text{ امتیاز مکان} = 0/25 \times 95 + 0/3 \times 80 + 0/2 \times 75 + 0/25 \times 90 = 85/25$$

$$B \text{ امتیاز مکان} = 0/25 \times 60 + 0/3 \times 90 + 0/2 \times 95 + 0/25 \times 80 = 81$$

$$D \text{ امتیاز مکان} = 0/25 \times 75 + 0/3 \times 85 + 0/2 \times 90 + 0/25 \times 80 = 82/25$$

بنابراین با توجه به امتیازات، مکان A انتخاب می شود.

۴۱- گزینه ۳)

مکان سه ماشین را از روی تابع فاصله تعیین می کنیم:

$$\begin{array}{lll} p_1 = (3, 3) & p_2 = (0, 1) & p_3 = (2, 3) \\ w_1 = 3 & w_2 = 4 & w_3 = 1 \end{array}$$

| $x_i$ | $w_i$ | $\sum w_i$ |
|-------|-------|------------|
| ۰     | ۴     | ۴          |
| ۲     | ۱     | ۵          |
| ۳     | ۳     | ۸          |

$$\frac{\lambda}{2} = 4 \rightarrow x^* = [0, 2]$$

| $y_i$ | $w_i$ | $\sum w_i$ |
|-------|-------|------------|
| ۱     | ۴     | ۴          |
| ۳     | ۱     | ۵          |
| ۳     | ۳     | ۸          |

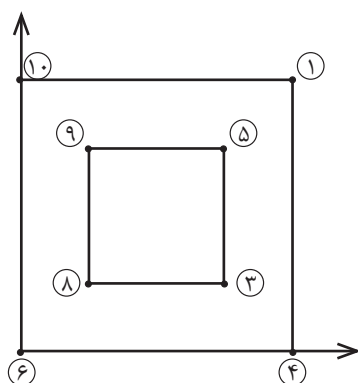
$$\frac{\lambda}{2} = 4 \rightarrow y^* = [1, 3]$$

۴۲- گزینه ۴

در فواصل پله‌ای همواره نیمی از حمل و نقل در سمت راست و نیمی در سمت چپ وجود دارد.

۴۳- گزینه ۲

فقط ماشین‌های موجودی که ماشین جدید با آن‌ها ارتباط دارد، در نظر گرفته می‌شود که ارتباط آن با ماشین یکسان است. چون حالت فاصله مستقیم است و روابط یکسان، می‌توان با حالت ترسیمی مکان نقطه بهینه را یافت.



ملاحظه می‌شود که ۸ ماشین بر روی رئوس دو مربع قرار دارند، بر این اساس محل برخورد اقطار مربع‌ها یا مرکز این مربع‌ها بهترین محل برای استقرار ماشین جدید است، یعنی نقطه (۲و۲).

۴۴- گزینه ۱

امتیاز برای هر طرح محاسبه می‌شود، هر طرحی با امتیاز بالاتر به‌عنوان مکان منتخب لحاظ می‌شود.

$$x \text{ امتیاز مکان} = 3 + 10 + 2 \times 3 = 19$$

$$y \text{ امتیاز مکان} = 2 + 5 + 2 \times 2 = 11$$

$$z \text{ امتیاز مکان} = 10 + 2 + 2 \times 3 = 18$$

طرح x با بالاترین امتیاز انتخاب می‌شود.

۴۵- گزینه ۲

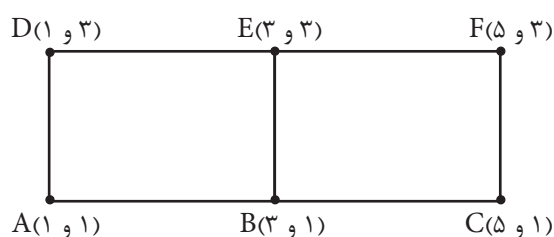
خطوط هم‌تراز در مجذور فاصله مستقیم دایره متحدالمرکز با مرکزیت نقطه بهینه می‌باشد.

$$(x - x^*)^2 + (y - y^*)^2 = R^2$$

R شعاع دایره و  $(x^*, y^*)$  مختصات نقطه بهینه می‌باشد.

۴۶- گزینه ۱

در روش فاصله مستقیم در برخی موارد روش ترسیمی بسیار سریع جواب خواهد داد.



چون روابط بین ماشین یکسان است، نقطه  $(3, 2)$  نقطه بهینه می‌باشد که همان جواب مجذور فاصله مستقیم است:

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{1+1+3+3+5+5}{6} = 3$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{1+3+1+3+1+3}{6} = 2$$

۴۷- گزینه ۳

فاصله پله‌ای ← روش تجمع اوزان

| $X_i$  | $W_i$ | $W_i$ | $Y_i$  | $W_i$ | $W_i$ |
|--|-------|-------|--|-------|-------|
| ۰  | ۱     | ۱     | ۰  | ۱     | ۱     |
| ۲۰   | ۱     | ۲     | ۲۰   | ۱     | ۲     |
| ۳۰   | ۱     | ۳     | ۴۰   | ۱     | ۳     |
| ۶۰   | ۱     | ۴     | ۷۰   | ۱     | ۴     |
| ۷۰   | ۱     | ۵     | ۸۰   | ۱     | ۵     |
| ۹۰   | ۱     | ۶     | ۹۰   | ۱     | ۶     |
| $\frac{6}{2} = 3 \Rightarrow x^* = [30, 60]$ |       |       | $\frac{6}{2} = 3 \Rightarrow y^* = [40, 70]$ |       |       |

۴۸- گزینه ۳

در حالت مجذور فاصله مستقیم:

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{2aw + aw + bw + 2bw}{2w + w + w + 2w} = \frac{a+b}{2}$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{2aw + bw + aw + 2bw}{2w + w + w + 2w} = \frac{a+b}{2}$$

جواب بهینه حالت مستقیم و مجذور فاصله مستقیم در این سؤال یکسان است.

۴۹- گزینه ۱

در روش پله‌ای موقعی که مکان بهینه نقطه نباشد، مکان بهینه استقرار بر روی ماشین‌های موجود منطبق نمی‌گردد. چون در این حالت، مکان بهینه یا سطح است یا پاره‌خط.

۵۰- هیچ کدام

در روش مربع اقلیدوسی داریم:

$$\begin{cases} x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{0 \times w_1 + 2 \times w_2 + 8w_3}{w_1 + w_2 + w_3} = 4 & (1) \\ y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{0 \times w_1 + 6 \times w_2 + 4w_3}{w_1 + w_2 + w_3} = 4 & (2) \end{cases}$$

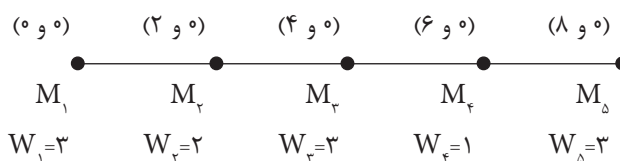
$$\begin{cases} 6w_2 + 4w_3 = 2w_2 + 8w_3 \Rightarrow 4w_2 = 4w_3 \Rightarrow w_2 = w_3 \\ 4(w_1 + w_2 + w_3) = 6w_2 + 4w_3 \end{cases}$$

باید به دنبال پاسخ  $w_2 = w_3$  باشیم که در بین گزینه‌ها وجود ندارد.

البته می‌توان با چک کردن تمام گزینه‌ها در معادلات (۱) و (۲) نیز به همین نتیجه دست یافت.

پاسخ سازمان سنجش گزینه (۲) است.

۵۱- گزینه ۱)



چون به هر سه فاصله اشاره شده است، با روش مجذور فاصله اقلیدوسی داریم:

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{0 \times 3 + 2 \times 2 + 3 \times 4 + 6 \times 1 + 8 \times 3}{3 + 2 + 3 + 1 + 3} = \frac{46}{12} = 3.83$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = 0$$

روش فاصله اقلیدوسی نیز ما را به همین جواب می‌رساند.

در روش اوزان تجمعی فاصله پله‌ای داریم:

| $X_i$ | $W_i$ | $W_i$ |
|-------|-------|-------|
| ۰     | ۳     | ۳     |
| ۲     | ۲     | ۶     |
| ۴     | ۳     | ۸     |
| ۶     | ۱     | ۱۱    |
| ۸     | ۳     | ۱۲    |

$$\frac{12}{2} = 6 \Rightarrow x^* = [2, 4], y^* = 0$$

بنابراین بهترین جواب این است که ماشین نقطه‌ای در طول راهرو استقرار یابد.

۵۲- گزینه ۴)

با توجه به تابع فاصله پله‌ای داریم:

$$f(x, y) = \sum w_i [x - a_i] + [y - b_i]$$

$$(x, y) = (0, 0)$$

$$f(x, y) = 1 \times 3 + 5 \times 4 + 2 \times [4 + 5] = 23$$

۵۳- گزینه ۴)

مجذور فاصله مستقیم:

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{4 + 1 + 2 + 5}{4} = 3$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{1 + 2 + 3 + 4}{4} = 2.5$$

فاصله پله‌ای:

روش میانه: 

۱- مرتب‌سازی X و Y به طور جداگانه و صعودی

۲- تکرار مقادیر X و Y به تعداد  $W_i$  متناظرش

۳- تعیین میانه

• اگر تعداد فرد باشد، مقدار وسط میانه است.

• اگر تعداد زوج باشد، مجموع دو مقدار وسط بر دو تقسیم شده و میانه به دست می آید.

$$x = \{1, 2, 4, 6\} \longrightarrow \frac{2+4}{2} = 3$$

$$y = \{1, 2, 3, 4\} \longrightarrow \frac{2+3}{2} = 2.5$$

براین اساس گزینه (۴) صحیح است.

۵۴- گزینه (۲)

چون قیمت فروش در همه جا یکسان است، کافی است مجموع هزینه های ثابت و متغیر مکان ها با هم مقایسه شود.

$$A \text{ هزینه مکان} = 150000 + 75 \times 6000 = 600000$$

$$B \text{ هزینه مکان} = 200000 + 50 \times 6000 = 500000$$

$$C \text{ هزینه مکان} = 300000 + 35 \times 6000 = 510000$$

$$D \text{ هزینه مکان} = 400000 + 25 \times 6000 = 550000$$

چون مکان B هزینه کمتری ایجاد می کند، مناسب تر است.

### پاسخنامه آزمون آزاد

۵۵- گزینه (۲)

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{2 \times 10 + 6 \times 50 + 1 \times 40}{10 + 50 + 40} = 3/6$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{10 \times 10 + 8 \times 50 + 2 \times 40}{10 + 50 + 40} = 5/8$$

۵۶- گزینه (۳)

$$d = |8 - 2| + |10 - 5| = 6 + 5 = 11$$

۵۷- گزینه (۴)

وقتی ارتباط بین تسهیلات موجود ناچیز باشد می توان مساله جایابی برای n تسهیل جدید را n مساله جایابی تکی در نظر گرفت و از روش های حل آن، مساله را حل نمود.

۵۸- گزینه (۴)

۵۹- گزینه (۳)

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{1 \times 50 + 2 \times 30 + 3 \times 20}{50 + 30 + 20} = 1/7$$

$$x^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{1 \times 50 + 2 \times 30 + 3 \times 20}{50 + 30 + 20} = 1/7$$

۶۰- گزینه (۱)

۶۱- گزینه (۲)

مقدار متوسط تقاضا محاسبه شده و بر این اساس مجموع هزینه های ثابت و متغیر مکان های مختلف محاسبه می شود، مکانی که هزینه کمتری داشته باشد انتخاب می گردد.

$$E(x) = \sum x p(x) = 50 \times 0/2 + 75 \times 0/4 + 100 \times 0/1 + 200 \times 0/3 = 110$$

$$A \text{ هزینه های مکان} = 600 + 1 \times 110 = 710$$



$$B \text{ هزینه‌های مکان} = 450 + 1/8 \times 110 = 648$$

$$C \text{ هزینه‌های مکان} = 500 + 1/3 \times 110 = 643$$

$$D \text{ هزینه‌های مکان} = 575 + 0/8 \times 110 = 663$$

مکان C که هزینه کمتری دارد، انتخاب می‌شود.

۶۲- گزینه ۳

روش مرکز ثقلی همان روش مجذور فاصله مستقیم است. بنابراین:



$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{400 \times 2 + 650 \times 4 + 400 \times 8 + 90 \times 10 + 850 \times 12 + 400 \times 14}{400 + 650 + 400 + 90 + 850 + 400} = 8/35$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{400 \times 2 + 650 \times 9 + 400 \times 8 + 90 \times 4 + 850 \times 7 + 400 \times 1}{400 + 650 + 400 + 90 + 850 + 400} = 6/22$$

با توجه به نقطه (۸/۳۵ و ۶/۲۲) می‌توان شهر C را انتخاب کرد که فاصله کمتری با این نقطه دارد.

۶۳- گزینه ۱

همه‌ی عوامل مثبت می‌باشند بنابراین با علامت مثبت در ضرایب اهمیت عامل ضرب شده و امتیاز هر شهر محاسبه می‌شود و شهر با بالاترین امتیاز جهت احداث بیمارستان انتخاب می‌گردد.

$$\text{امتیاز (الف)} = 0/2 \times 0 + 0/3 \times 35 + 0/1 \times 60 + 0/4 \times 50 = 37/5$$

$$\text{امتیاز (ب)} = 0/2 \times 32 + 0/3 \times 85 + 0/1 \times 25 + 0/4 \times 60 = 60/4$$

$$\text{امتیاز (ج)} = 0/2 \times 24 + 0/3 \times 70 + 0/1 \times 30 + 0/4 \times 70 = 56/8$$

$$\text{امتیاز (د)} = 0/2 \times 20 + 0/3 \times 90 + 0/1 \times 28 + 0/4 \times 60 = 57/8$$

۶۴- گزینه ۲

| x  | w  | $\sum w$ |
|----|----|----------|
| ۲  | ۱۰ | ۱۰       |
| ۵  | ۶  | ۱۶       |
| ۱۰ | ۱۰ | ۲۶       |
| ۱۰ | ۳۰ | ۵۶       |

$$\frac{56}{2} = 28 \Rightarrow x^* = 10$$

| x  | w  | $\sum w$ |
|----|----|----------|
| ۱  | ۶  | ۶        |
| ۲  | ۱۰ | ۱۶       |
| ۱۰ | ۱۰ | ۲۶       |
| ۱۰ | ۳۰ | ۵۶       |

$$\frac{56}{2} = 28 \Rightarrow y^* = 10$$

جنوب شرقی بهترین مکان ناحیه‌ی  $S_{rr}$  می‌باشد.

$$M_o = -\sum W_i = -56$$

$$M_1 = M_o + 2C_1 = -56 + 2 \times 10 = -36$$

$$M_r = M_1 + 2C_r = -36 + 2 \times 6 = -24$$

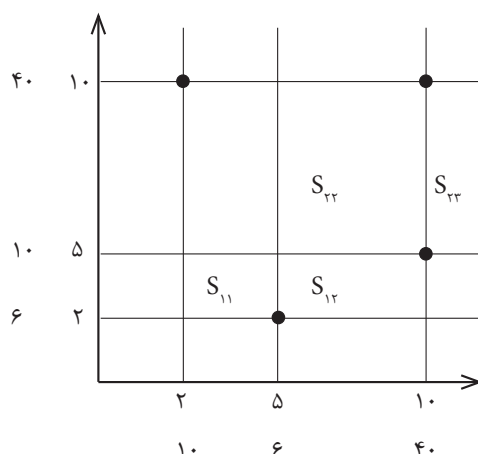
$$M_r = M_r + 2C_r = -24 + 2 \times 40 = +56$$

$$N_o = -\sum W_i = -56$$

$$N_1 = N_o + 2D_1 = -56 + 2 \times 6 = -44$$

$$N_r = N_1 + 2D_r = -44 + 2 \times 10 = -24$$

$$S_{rr} = -\frac{M_r}{N_r} = -\frac{+56}{-24} = +2/33$$



۶۵- گزینه ۴)

ابتدا با وجود کارخانه‌های موجود ۱ و ۲ و کارخانه‌ی جدید I، مساله را حل می‌کنیم و هزینه‌ی بهینه را به‌دست می‌آوریم. این یک مساله‌ی حمل و نقل می‌باشد. بنابراین باید از روش‌های معمول در حل مساله‌ی حمل و نقل استفاده کرد.

|   |      |    |      |    |      |    |      |
|---|------|----|------|----|------|----|------|
| ۱ |      | ۱۰ |      | ۱۲ | ۱۰۰۰ | ۸  | ۱۰۰۰ |
| ۲ |      | ۸  | ۱۰۰۰ | ۱۲ | ۱۰۰۰ | ۱۰ | ۲۰۰۰ |
| I | ۳۰۰۰ | ۶  | ۲۰۰۰ | ۶  |      | ۱۰ | ۵۰۰۰ |
|   | ۳۰۰۰ |    | ۳۰۰۰ |    | ۲۰۰۰ |    |      |

$$a_{11}: 10 - 8 + 10 - 12 + 6 - 6 = 0$$

$$a_{12}: 12 - 8 + 10 - 12 = 2 > 0$$

$$a_{21}: 8 - 12 + 6 - 6 = -4 < 0$$

$$a_{33}: 10 - 10 + 12 - 6 = 6 > 0$$

این جواب بهینه نیست و متغیر  $X_{31}$  ورودی و  $X_{22}$  خروجی می‌باشد. بنابراین:

|  |      |    |      |    |      |    |  |
|--|------|----|------|----|------|----|--|
|  |      | ۱۰ |      | ۱۲ | ۱۰۰۰ | ۸  |  |
|  | ۱۰۰۰ | ۸  |      | ۱۲ | ۱۰۰۰ | ۱۰ |  |
|  | ۲۰۰۰ | ۶  | ۳۰۰۰ | ۶  |      | ۱۰ |  |

$$a_{11}: 10 - 8 + 10 - 8 = 4 > 0$$

$$a_{12}: 12 - 8 + 10 - 8 + 6 - 6 = 8 > 0$$

$$a_{22}: 12 - 6 + 6 - 8 = 4 > 0$$

$$a_{33}: 10 - 6 + 8 - 10 = 2 > 0$$

جواب بهینه است و هزینه کل حمل و نقل برابر است با:

$$\text{هزینه کل} = 8 \times 1000 + 8 \times 1000 + 10 \times 1000 + 6 \times 2000 + 6 \times 3000 = 56000$$

اما مساله را باید با وجود کارخانه‌های موجود ۱ و ۲ و کارخانه‌ی جدید II نیز بررسی کنیم که:

|    |      |    |      |    |      |    |      |
|----|------|----|------|----|------|----|------|
| ۱  |      | ۱۰ |      | ۱۲ | ۱۰۰۰ | ۸  | ۱۰۰۰ |
| ۲  |      | ۸  | ۱۰۰۰ | ۱۲ | ۱۰۰۰ | ۱۰ | ۲۰۰۰ |
| II | ۳۰۰۰ | ۴  | ۲۰۰۰ | ۱۰ |      | ۱۲ | ۵۰۰۰ |
|    | ۳۰۰۰ |    | ۳۰۰۰ |    | ۲۰۰۰ |    |      |

$$a_{11}: 10 - 8 + 10 - 12 + 10 - 4 > 0$$

$$a_{12}: 12 - 8 + 10 - 12 > 0$$

$$a_{21}: 8 - 12 + 10 - 4 > 0$$

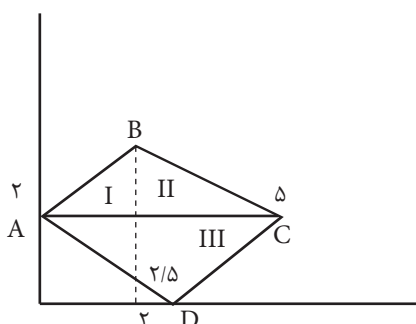
$$a_{31}: 12 - 10 + 12 - 10 > 0$$

این جواب اولیه از روش کمترین هزینه به‌دست آمده که جواب بهینه می‌باشد و هزینه کل حمل و نقل برابر است با:

$$\text{هزینه کل} = 8 \times 1000 + 12 \times 1000 + 10 \times 1000 + 4 \times 3000 + 10 \times 2000 = 62000$$

بنابراین کارخانه‌ی I با هزینه ۵۶۰۰۰ واحد پولی انتخاب می‌شود.

۶۶- گزینه ۱)



$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{0 \times w + 2 \times 2w + 5 \times 3w + 2/5 \times 5w}{11w} = \frac{31/5}{11}$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{2 \times w + 5 \times 2w + 2 \times 3w + 0 \times 5w}{11w} = \frac{18}{11}$$

$$x^* = 2/86 \quad y^* = 1/63$$

محل بهینه‌ی وسیله‌ی جدید در ناحیه‌ی III قرار دارد.

۶۷- گزینه ۳)

$$\text{امتیاز موقعیت A} = 60 \times 0/3 + 50 \times 0/3 + 60 \times 0/4 + 40 \times 0/2 = 65$$

$$\text{امتیاز موقعیت B} = 90 \times 0/3 + 30 \times 0/5 + 60 \times 0/4 + 60 \times 0/2 = 78$$

طرح B امتیاز بالاتری دارد. بنابراین برای احداث کارخانه مناسب‌تر است.

۶۸- گزینه (۱)

| x  | w  | $\sum w$ |
|----|----|----------|
| ۱۰ | ۹۰ | ۹۰       |
| ۲۰ | ۷۰ | ۱۶۰      |
| ۳۰ | ۴۰ | ۲۰۰      |
| ۴۰ | ۵۰ | ۲۵۰      |

$$\frac{250}{2} = 125$$

$$x^* = 20$$

| x  | w  | $\sum w$ |
|----|----|----------|
| ۳۰ | ۷۰ | ۷۰       |
| ۴۰ | ۹۰ | ۱۶۰      |
| ۵۰ | ۴۰ | ۲۰۰      |
| ۶۰ | ۵۰ | ۲۵۰      |

$$\frac{250}{2} = 125$$

$$y^* = 40$$

## پاسخ‌نامه تشریحی تست‌های آزمون سراسری ۸۹

۱- گزینه (۲)

|   | مختصات    | تعداد جابه‌جایی |
|---|-----------|-----------------|
| A | (۲۰ و ۲۰) | ۷۵              |
| B | (۱۰ و ۵۰) | ۱۰۵             |
| C | (۲۵ و ۶۰) | ۱۳۵             |
| D | (۵۰ و ۳۰) | ۶۰              |

$$X^* = \frac{\sum x_i w_i}{\sum w_i} = \frac{20 \times 75 + 10 \times 105 + 25 \times 135 + 50 \times 60}{75 + 105 + 135 + 60} = \frac{8925}{375} = 23.8$$

$$y^* = \frac{\sum y_i w_i}{\sum w_i} = \frac{20 \times 75 + 50 \times 105 + 60 \times 135 + 30 \times 60}{75 + 105 + 135 + 60} = \frac{16650}{375} = 44.4$$

| X  | W   | $\sum W$ |
|----|-----|----------|
| ۲  | ۱   | ۱        |
| ۴  | ۱   | ۲        |
| ۵  | ۱   | ۳        |
| ۸  | ۱   | ۴        |
| ۱۰ | ۱   | ۵        |
| ۲۰ | ۱/۲ | ۶/۲      |

۲- گزینه (۲)

محل بارگیری به عنوان یک دپارتمان فرض می‌شود و وزن تمام کارگاه‌ها به انبار یکسان و برابر یک و وزن انبار با کارگاه ۱/۲ = ۱۲/۱۰ است.

$$\frac{6/2}{3} = 3/1 \Rightarrow x^* = 8 \rightarrow \text{رد می‌شود. (۴) و (۱) گزینه‌های (۱) و (۴) رد می‌شود.}$$

برای یافتن  $y^*$  نیز میانه ۳/۱ است بنابراین مختصات بهینه  $y$  بین ۴ تا ۸ بوده که می‌تواند مکان آن، ۵ باشد.

## پاسخ کلیدی سؤالات فصل پانزدهم

| پاسخ     | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|----------|-----|------|-----|------|-----|
| ۳        | ۴۷  | ۱    | ۲۴  | ۳    | ۱   |
| ۳        | ۴۸  | ۳    | ۲۵  | ۴    | ۲   |
| ۱        | ۴۹  | ۱    | ۲۶  | ۱    | ۳   |
| هیچ کدام | ۵۰  | ۱    | ۲۷  | ۱    | ۴   |
| ۱        | ۵۱  | ۴    | ۲۸  | ۳    | ۵   |
| ۴        | ۵۲  | ۳    | ۲۹  | ۳    | ۶   |
| ۴        | ۵۳  | ۴    | ۳۰  | ۳    | ۷   |
| ۲        | ۵۴  | ۳    | ۳۱  | ۱    | ۸   |
| ۲        | ۵۵  | ۳    | ۳۲  | ۲    | ۹   |
| ۳        | ۵۶  | ۱    | ۳۳  | ۴    | ۱۰  |
| ۴        | ۵۷  | ۲    | ۳۴  | ۴    | ۱۱  |
| ۴        | ۵۸  | ۳    | ۳۵  | ۱    | ۱۲  |
| ۳        | ۵۹  | ۲    | ۳۶  | ۲    | ۱۳  |
| ۱        | ۶۰  | ۱    | ۳۷  | ۳    | ۱۴  |
| ۲        | ۶۱  | ۱    | ۳۸  | ۲    | ۱۵  |
| ۳        | ۶۲  | ۳    | ۳۹  | ۱    | ۱۶  |
| ۱        | ۶۳  | ۴    | ۴۰  | ۲    | ۱۷  |
| ۲        | ۶۴  | ۳    | ۴۱  | ۴    | ۱۸  |
| ۴        | ۶۵  | ۴    | ۴۲  | ۴    | ۱۹  |
| ۱        | ۶۶  | ۲    | ۴۳  | ۴    | ۲۰  |
| ۳        | ۶۷  | ۱    | ۴۴  | ۲    | ۲۱  |
| ۱        | ۶۸  | ۲    | ۴۵  | ۳    | ۲۲  |
|          |     | ۱    | ۴۶  | ۲    | ۲۳  |

## فصل شانزدهم

### آزمون جامع ارزیابی (۱)

## آزمون جامع ارزیابی (۱) (تالیفی)

۱- در مساله استقرار تک ماشین بهترین مکان براساس ..... تعیین می شود.

- (۱) کوتاه ترین فاصله ماشین جدید از ماشین های مستقر  
 (۲) حداقل تعداد جابه جایی بین ماشین جدید و ماشین های مستقر  
 (۳) حداقل جریان بین ماشین جدید و ماشین های مستقر  
 (۴) حداقل هزینه حمل و نقل بین ماشین جدید و ماشین های مستقر

۲- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) با افزایش بیکاری های مجاز، ضریب استفاده ماشین کاهش می یابد.  
 (۲) ضایعات تولید باعث افزایش زمان سیکل می شود.  
 (۳) بالا رفتن درجه اتوماسیون، باعث کاهش ضریب استفاده از تجهیزات می شود.  
 (۴) اندازه سیکل عملی با سیکل تئوری برابر می باشد.

۳- کدام یک از طرح های استقرار به ترتیب نقش واحد نت حساس تر و کیفیت محصولات یکنواخت تر می باشند؟

- (۱) محصولی، فرآیندی (۲) فرآیندی، محصولی (۳) محصولی، محصولی (۴) فرآیندی، فرآیندی

۴- قرار است ۷۰۰ واحد از محصولی در یک شیفت ۸ ساعته طی چهار عمل تولید شود. با فرض عدم تشابه تخصص اپراتورها، تعداد نیروی انسانی لازم جهت تولید این محصول را تعیین کنید؟

| عمل i | ۱    | ۲    | ۳    | ۴    |
|-------|------|------|------|------|
| $t_i$ | ۱/۳۵ | ۱/۴۵ | ۱/۵۵ | ۲/۶۵ |

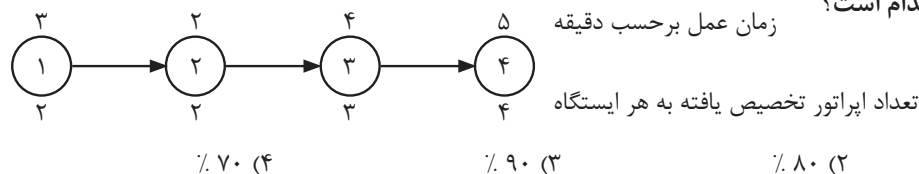
- (۱) ۱۰  
 (۲) ۱۲  
 (۳) ۱۳  
 (۴) ۱۱

۵- با توجه به اطلاعات جدول زیر کسر ماشین مورد نیاز جهت تولید ۱۰۰۰ واحد محصول را در یک شیفت ۸ ساعته بیابید؟

|          |                              |
|----------|------------------------------|
| ۱۰ دقیقه | زمان استاندارد تولید هر واحد |
| ۲ دقیقه  | بیکاری مجاز به ازای هر واحد  |
| ۳۰ دقیقه | توقف اجباری در شیفت          |
| ۳۰ دقیقه | زمان تنظیم برای هر ۱۰ واحد   |
| ۹۰٪      | ضریب عملکرد اپراتور          |

- (۱) ۳۱/۳۳  
 (۲) ۳۰/۲۹  
 (۳) ۳۱/۵  
 (۴) ۳۰/۷۳

۶- فرض کنید جهت تولید ۱۰۰ عدد از یک محصول پروسه تولید زیر وجود دارد. با توجه به اطلاعات هر ایستگاه، درصد بیکاری در یک شیفت ۸ ساعته کدام است؟

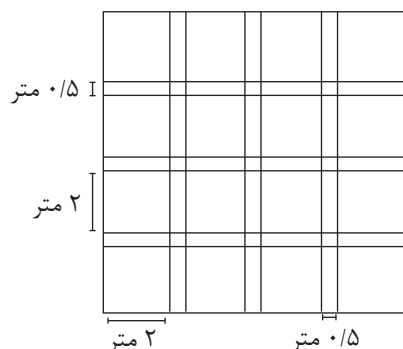


۷- قرار است از بین چند سیستم حمل و نقل، بهترین آن ها انتخاب شود. براساس آنالیز کیفی زیر کدام سیستم مناسب تر است؟ امتیاز آن چقدر می باشد؟ (وزن تمامی فاکتورها یکسان است)

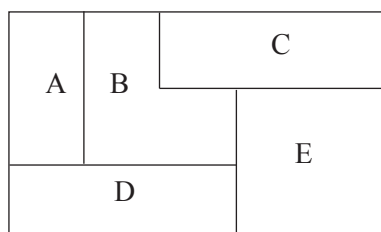
| فاکتور i              | سیستم A | سیستم B | سیستم C |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| هزینه                 | ۵۰۰     | ۲۰۰     | ۳۰۰     |
| ایمنی                 | ۴۰۰     | ۳۰۰     | ۳۵۰     |
| سرعت                  | ۲۰۰     | ۱۰۰     | ۱۵۰     |
| بهره گیری موثر از فضا | ۲۰۰     | ۱۵۰     | ۱۰۰     |
| آلودگی                | ۳۰۰     | ۲۰۰     | ۲۵۰     |

- (۱) B-۱۵۰  
 (۲) A-۱۰۰  
 (۳) C-۵۰  
 (۴) B و C-۱۰۰

۸- قرار است ۳ محصول A، B و C را که در جعبه‌هایی با ابعادی به ترتیب  $۲۰ \times ۲۰ \times ۲۰$ ،  $۱۰ \times ۱۰ \times ۱۰$  و  $۴۰ \times ۴۰ \times ۴۰$  بسته‌بندی می‌شوند؛ در یک انبار با ابعاد سطح مقطع  $۹/۵ \times ۹/۵$  استقرار دهیم، جهت دسترسی آسان‌تر به جعبه‌ها نیاز به سه راهرو عمود بر هم است. حداقل ارتفاع انبار باید چقدر باشد تا در صورتی که تعداد جعبه‌های سه نوع محصول ۱۶۰۰، ۳۲۰۰ و ۲۰۰۰ باشد؛ بتوان جعبه‌ها را در آن استقرار داد؟ عرض راهروها را  $۰/۵$  متر در نظر بگیرید. همچنین امکان چیدن چند جعبه بر روی هم وجود دارد؟

(۱)  $۱/۵$  متر(۲)  $۳/۵$  متر(۳)  $۴/۵$  متر(۴)  $۲/۵$  متر

۹- برطبق چیدمان زیر و جدول (از-به) داده شده، کارایی طرح استقرار چقدر است؟



|   | A  | B  | C  | D  | E  |
|---|----|----|----|----|----|
| A | -  | ۱۰ | ۱۰ | ۵  | ۵  |
| B | ۱۰ | -  | ۱۰ | ۱۰ | ۵  |
| C | -  | ۵  | -  | ۵  | ۱۰ |
| D | -  | -  | ۱۰ | -  | ۵  |
| E | -  | -  | -  | -  | -  |

(۱) ۷۰٪

(۲) ۶۵٪

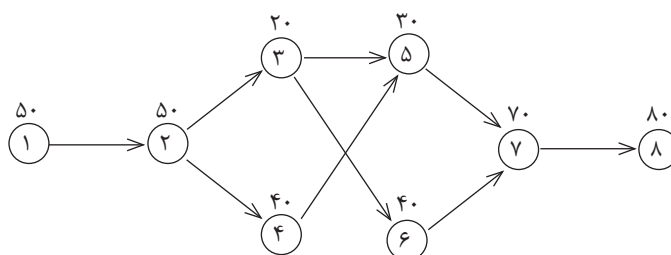
(۳) ۸۵٪

(۴) ۸۰٪

۱۰- در کدام یک از الگوریتم‌های کامپیوتری استقرار، گشتاور طرح تولیدی می‌تواند منفی باشد؟

(۱) PLANET (۲) CRAFT (۳) ALDEP (۴) CORELAP

۱۱- براساس دیاگرام تقدم و تأخر زیر و با توجه به اینکه نرخ دستمزد نیروی انسانی ۵ واحد پول در هر ساعت باشد و بخواهیم ۳۲۰ واحد محصول در یک شیفت کاری ۸ ساعته تولید کنیم، هزینه بیکاری ماهیانه (۳۰ روز کاری، هر روز یک شیفت) چقدر است؟ (زمان‌ها بر حسب ثانیه است)



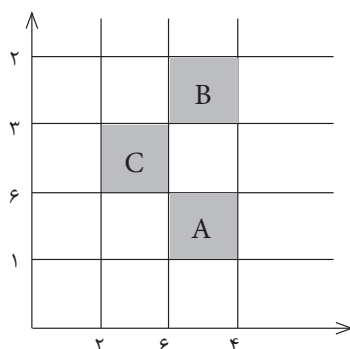
(۱) ۹۳۴

(۲) ۸۴۲

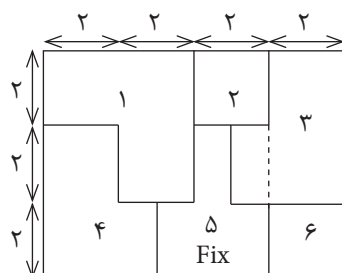
(۳) ۹۲۵

(۴) ۸۳۳

۱۲- با توجه به نمودار زیر که جهت ترسیم منحنی کانتورهاست، نسبت  $\frac{m_B}{m_A}$  چقدر است؟ ( $m_A$  و  $m_B$  به ترتیب شیب در ناحیه A و B را نشان می‌دهند).

(۲)  $-\frac{4}{5}$ (۴)  $-\frac{5}{4}$ (۱)  $\frac{5}{4}$ (۳)  $\frac{4}{5}$

۱۳- با توجه به استقرار روبه‌رو، براساس الگوریتم CRAFT در مرحله اول چند انتخاب جهت جابه‌جایی دوتایی وجود دارد؟



(۱) ۸

(۲) ۶

(۳) ۷

(۴) ۵

۱۴- در یک انبار ۴ محصول نگهداری می‌شود. نرخ ورود و خروج هریک ( $I_i$ ) و نیز فضای لازم برای هر یک ( $S_i$ ) در جدول زیر آمده است. از راست به چپ ترتیب نزدیکی آن‌ها به درب خروجی انبار چگونه است؟

| محصول i | ۱  | ۲  | ۳  | ۴  |
|---------|----|----|----|----|
| $I_i$   | ۳  | ۴  | ۲  | ۱  |
| $S_i$   | ۴۰ | ۶۰ | ۳۵ | ۵۰ |

(۲) ۱-۲-۳-۴

(۴) ۱-۲-۴-۳

(۱) ۴-۳-۲-۱

(۳) ۴-۱-۳-۲

۱۵- قرار است مکانی جهت ایجاد یک کارخانه انتخاب شود. با توجه به اطلاعات زیر کدام محل انتخاب می‌شود؟ قیمت فروش هر واحد ۲۰ واحد می‌باشد.

| میزان فروش | احتمال فروش |       |       |
|------------|-------------|-------|-------|
|            | محل ۱       | محل ۲ | محل ۳ |
| ۱۰۰۰       | ۰/۴         | ۰/۳۵  | ۰/۴۵  |
| ۲۰۰۰       | ۰/۳         | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  |
| ۳۰۰۰       | ۰/۲         | ۰/۲   | ۰/۲   |
| ۴۰۰۰       | ۰/۱         | ۰/۲   | ۰/۱   |

|             | محل ۱ | محل ۲ | محل ۳ |
|-------------|-------|-------|-------|
| هزینه ثابت  | ۵۰۰   | ۷۰۰   | ۴۰۰   |
| هزینه متغیر | ۵     | ۴     | ۶     |

(۱) محل ۱

(۲) محل ۲

(۳) محل ۳

(۴) محل‌های ۲ و ۳

۱۶- سه ماشین با مختصات (۱۰ و ۵)، (۵ و ۰) و (۰ و ۰) به گونه‌ای مستقر شده‌اند که نسبت وزن ارتباط بین ماشین سومی نسبت به اولی، ۶ می‌باشد. اگر  $W_p = ۰/۳$  و  $\sum_{i=1}^3 W_i = ۱$  و فاصله‌ها به صورت مجذور فاصله مستقیم باشند، محل بهینه ماشین جدید کدام است؟

(۴) (۳/۵ و ۷/۵)

(۳) (۳ و ۷/۵)

(۲) (۳/۵ و ۷)

(۱) (۳ و ۵)

۱۷- اطلاعات زیر راجع به ماشین‌های مستقر و ارتباط آن‌ها با ماشین جدید می‌باشد. اگر جابه‌جایی از طریق راهروهای عمود بر هم صورت گیرد و  $W$  مقداری بین ۰ و ۵ باشد، بهترین مکان برای استقرار ماشین جدید کدام است؟

| i            | ۱       | ۲       | ۳       | ۴        | ۵       |
|--------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| $(X_i, Y_i)$ | (۱ و ۱) | (۴ و ۳) | (۳ و ۴) | (۸ و ۱۰) | (۷ و ۶) |
| $W_i$        | ۴       | ۵       | ۱       | ۷        | ۳       |

(۱) (۴ و ۴)

(۲)  $x = ۴, y = [۳, ۴]$ (۳)  $x = [۴, ۷], y = [۴, ۶]$ 

(۴) (۳ و ۴)

۱۸- در یک کارگاه ۴ ماشین که مختصات مکانی آن‌ها به صورت زیر است؛ مستقر شده‌اند. می‌خواهیم ماشین جدیدی بین آن‌ها مستقر کنیم با استفاده از فاصله مجذور مستقیم نقطه بهینه استقرار کدام است؟ همچنین درجه شعاعی از نقطه بهینه هزینه استقرار برابر ۵۴ خواهد بود؟ (ارتباط ماشین جدید با ماشین‌های موجود یکسان است.)

| ماشین i      | ۱       | ۲       | ۳       | ۴       |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| $(X_i, Y_i)$ | (۸ و ۴) | (۵ و ۲) | (۴ و ۸) | (۳ و ۲) |

(۱) (۳ و ۵)

(۲) (۳ و ۴)

(۳) (۲ و ۵)

(۴) (۲ و ۴)

۱۹- در یک کارگاه زمان به کارگیری دستگاه ۱۰ دقیقه، زمان بارگذاری و تخلیه روی آن ۴ دقیقه می‌باشد. همچنین زمان بازرسی دستگاه توسط اپراتور ۱ دقیقه است. در صورتی که نرخ دستمزد اپراتورها ۳ واحد پول و هزینه ماشین ۱۰ واحد پول باشد؛ سیکل کاری را به گونه‌ای تعیین کنید که هزینه تولید حداقل شود؟

(۴) ۱۳ دقیقه

(۳) ۱۵ دقیقه

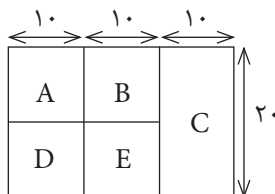
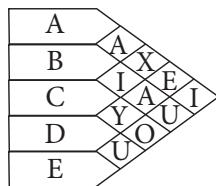
(۲) ۱۴ دقیقه

(۱) ۱۲ دقیقه



۲۰- اگر براساس الگوریتم CORELAP گشتاور طرح چیدمان زیر برابر ۴۰ باشد، x و y به ترتیب عبارتند از:

(A = ۶, E = ۵, I = ۴, O = ۳, U = ۲, X = ۱)



(۱) A و E

(۲) E و I

(۳) U و O

(۴) X و O

## پاسخنامه آزمون جامع ارزیابی (۱)

۱- گزینه ۴)

در مساله استقرار تک ماشین بهترین مکان براساس هزینه حمل و نقل بین ماشین جدید و ماشین‌های موجود صورت می‌گیرد.

۲- گزینه ۳)

بالا رفتن درجه اتوماسیون، باعث کاهش ضریب استفاده از تجهیزات می‌شود.

۳- گزینه ۳)

در استقرار محصولی به دلیل اینکه در صورت خرابی یک دستگاه، کل خط تولید متوقف می‌شود؛ بنابراین واحد نت، وظیفه حساس‌تری بر عهده دارد. در استقرار محصولی، کیفیت محصولات یکنواخت‌تر می‌باشد.

۴- گزینه ۲)

$$\text{زمان در دسترس} = \frac{8 \times 60}{700} = 0.69 \text{ دقیقه}$$

تعداد اپراتور لازم ( $n_i$ )      زمان ( $t_i$ )      عمل (i)

|   |      |                                      |
|---|------|--------------------------------------|
| ۱ | ۱/۳۵ | $\frac{1/35}{0.69} = 1/96 \approx 2$ |
| ۲ | ۱/۴۵ | $\frac{1/45}{0.69} = 2/1 \approx 3$  |
| ۳ | ۱/۵۵ | $\frac{1/55}{0.69} = 2/25 \approx 3$ |
| ۴ | ۲/۶۵ | $\frac{2/65}{0.69} = 3/85 \approx 4$ |

$$\rightarrow N = \sum_{i=1}^4 n_i = 2 + 3 + 3 + 4 = 12$$

۵- گزینه ۲)

$$\text{تعداد محصول مورد نیاز} \times \text{زمان آماده‌سازی} + \left( \frac{\text{زمان بیکاری مجاز} + \text{زمان استاندارد}}{\text{ضریب عملکرد اپراتور}} \right) = \text{کسر ماشین مورد نیاز}$$

$$\text{کسر ماشین مورد نیاز} = \frac{\left( \frac{10+2}{0.9} + 0.3 \right) \times 1000}{8 \times 60 - 30} = 30.29$$

۶- گزینه ۳)

$$\text{زمان سیکل (C)} = \max \left\{ \frac{t_i}{n} \right\} = \max \left\{ \frac{3}{2}, \frac{2}{2}, \frac{4}{3}, \frac{5}{4} \right\} = 1.5 \text{ دقیقه}$$

$$\text{درصد بیکاری} = \frac{n \times C - \sum t_i}{n \times C} = \frac{100 \times 1.5 - 14}{100 \times 1.5} = 90.6\%$$

۷- گزینه ۱)

فاکتورهای هزینه و آلودگی با علامت منفی و سایرین با علامت مثبت در محاسبه امتیاز هر سیستم لحاظ می‌شوند.

$S_i$ : امتیاز سیستم حمل و نقل  $i$ ،  $C$  و  $A$  و  $B$

$$S_A = -500 + 400 + 200 + 200 - 300 = 0$$

$$S_B = -200 + 300 + 100 + 150 - 200 = 150$$

$$S_C = -300 + 250 + 150 + 100 - 250 = 50$$

بنابراین گزینه B با امتیاز ۱۵۰ انتخاب می‌شود.

۸- گزینه ۴

ابتدا سعی می‌کنیم جعبه‌ها را معادل نماییم. با توجه به نسبت حجمی هر یک می‌توان نوشت:  
در هر بلوک  $2 \times 2$ ، تعداد ۲۵ جعبه  $40 \times 40 \times 40$  قابل استقرار است.

A      B      C

$$8 \approx 16 \approx 1$$

تعداد جعبه‌ها ۲۰۰۰      ۳۲۰۰      ۱۶۰۰

↓

$$\frac{1600}{8} + \frac{3200}{16} + \frac{2000}{1} = 200 + 200 + 2000 = 2400 \text{ جعبه}$$

با داشتن ۱۶ بلوک داریم:

$$\frac{2400}{16 \times 25} = 6$$

۶ جعبه را بر روی هم قرار می‌دهیم؛ یعنی:

$$\text{متر } 2/5 \approx 2/4 = 2/4 = 6 \times 0/4 = \text{حداقل ارتفاع انبار}$$

۹- گزینه ۱

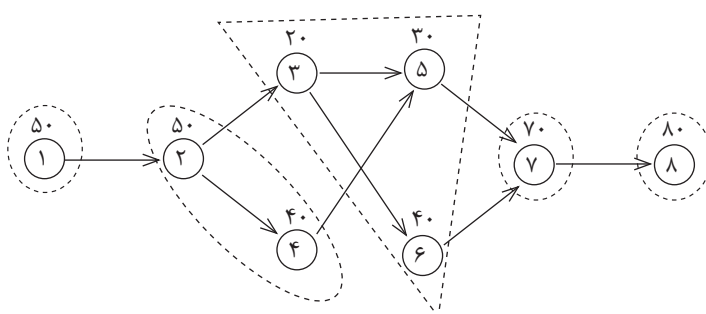
معیار ارزیابی = ۱ - معیار کارایی

$$\text{معیار ارزیابی} = \frac{\text{مجموع جریان‌های دیپارتمان‌های غیرمجاور}}{\text{کل مجموع جریان‌های بین بخشی}} = \frac{10 + 5 + 10 + 5}{100} = 0/3$$

$$\text{معیار کارایی} = 1 - 0/3 = 0/7 = 70\%$$

۱۱- گزینه ۱

$$\text{ثانیه } 90 = \text{دقیقه } 1/5 = \frac{8 \times 60}{320} = \frac{\text{زمان در دسترس}}{\text{تعداد محصول مورد نیاز}} = \text{زمان سیکل}$$



$$\text{ثانیه } 70 = \text{میزان بیکاری در یک سیکل} = 40 + 0 + 0 + 20 + 10 = 70$$

$$\text{تعداد سیکل} = \frac{8 \times 60 \times 60}{90} = 320$$

$$\text{قبل از بالانس خط } 934 \approx 933/33 = 320 \times 30 \times \frac{70 \times 5}{60 \times 60} = \text{کل هزینه بیکاری در ماه}$$

$$\sum t_i = 380 \rightarrow \text{میزان بیکاری} = 380 - 4 \times 90 = 20 \text{ ثانیه}$$

$$\text{بعد از بالانس خط } 267 \approx 266/66 = 320 \times 30 \times \frac{20 \times 5}{60 \times 60} = \text{کل هزینه بیکاری در ماه}$$

۱۲- گزینه ۴)

برای محاسبه نسبت  $\frac{m_B}{m_A}$  باید  $S_{12}$  و  $S_{22}$  محاسبه شوند.

|                  |                     |          |          |
|------------------|---------------------|----------|----------|
|                  |                     |          |          |
| ۲                | $S_{21}$            | $S_{22}$ |          |
| ۳                | $S_{31}$            | $S_{32}$ |          |
| ۶                | $S_{11}$            | $S_{12}$ |          |
| ۱                | $S_{10}$            | $S_{01}$ | $S_{02}$ |
| $\uparrow$<br>Dj | ۲                   | ۶        | ۴        |
|                  | $\rightarrow$<br>Cj |          |          |

$$M_o = -\sum W_i = -12$$

$$M_1 = M_o + 2C_1 = -8$$

$$M_r = M_1 + 2C_r = 4$$

$$N_o = -\sum W_i = -12$$

$$N_1 = N_o + 2D_1 = -10$$

$$N_r = N_1 + 2D_r = 2$$

$$N_r = N_r + 2D_r = 8$$

$$S_{12} = -\frac{M_r}{N_1} = -\frac{4}{-10}$$

$$S_{22} = -\frac{M_r}{N_r} = -\frac{4}{8}$$

$$\frac{m_B}{m_A} = \frac{S_{22}}{S_{12}} = \frac{-\frac{4}{8}}{-\frac{4}{10}} = \frac{-\cancel{4} \times 10}{8 \times \cancel{4}} = -\frac{10}{8} = -\frac{5}{4}$$

۱۳- گزینه ۲)

در الگوریتم کرافت برای جابه‌جایی دو بخش باید یا هم مساحت باشند یا همسایه. بر این اساس این جابجایی‌ها امکان‌پذیر است:  
 (۲ و ۱)، (۳ و ۲)، (۳ و ۶)، (۴ و ۳)، (۴ و ۱)، (۶ و ۳)

۱۴- گزینه ۱)

$$\frac{r_1}{s_1} > \frac{r_2}{s_2} > \frac{r_3}{s_3} > \frac{r_4}{s_4}$$

۱۵- گزینه ۲)

میزان فروش به‌صورت احتمالی است، بنابراین امید ریاضی (مقدار متوسط) فروش برای سه محل محاسبه می‌شود:

| محل              | ۱    | ۲    | ۳    |
|------------------|------|------|------|
| مقدار متوسط فروش | ۲۰۰۰ | ۲۲۵۰ | ۱۰۰۰ |

$$\text{مقدار متوسط فروش در محل یک} = 1000 \times 0/4 + 2000 \times 0/3 + 3000 \times 0/2 + 4000 \times 0/1 = 2000$$

چون میزان فروش در محل‌های پیشنهادی مختلف است بنابراین باید سود محاسبه شود؛ یعنی:

هزینه - درآمد = سود

$$1 \text{ محل سود} = 2000 \times 20 - (500 + 5 \times 2000) = 29500$$

$$2 \text{ محل سود} = 2250 \times 20 - (700 + 4 \times 2250) = 35300$$

$$3 \text{ محل سود} = 1000 \times 20 - (400 + 6 \times 2250) = 13600$$

۱۶- گزینه ۳

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = \frac{5 \times w_1 + 0 \times w_r + 0 \times w_r}{1} = x^* = 5w_1$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = \frac{10 \times w_1 + 5 \times w_r + 0 \times w_r}{1} = y^* = 10w_1 + 5w_r$$

$$\frac{w_1}{w_r} = 6 \Rightarrow w_1 = 6w_r$$

$$\sum w_i = 1 \Rightarrow w_1 + w_r + w_r = 1$$

$$7w_r + 0/3 = 1 \Rightarrow \begin{aligned} w_r &= 0/1 \\ w_1 &= 0/6 \end{aligned}$$

$$x^* = 3, \quad y^* = 7/5$$

۱۷- گزینه ۱

| x                                    | w | $\sum w$ |
|--------------------------------------|---|----------|
| ۱                                    | ۴ | ۴        |
| ۳                                    | ۱ | ۵        |
| ۴                                    | ۵ | ۱۰       |
| ۷                                    | ۳ | ۱۳       |
| ۸                                    | w | ۱۳+W     |
| $\frac{۱۳+W}{۲} = ۶/۵ + \frac{W}{۲}$ |   |          |

| y                                    | w | $\sum w$ |
|--------------------------------------|---|----------|
| ۱                                    | ۴ | ۴        |
| ۳                                    | ۵ | ۹        |
| ۴                                    | ۱ | ۱۰       |
| ۶                                    | ۳ | ۱۳       |
| ۱۰                                   | W | ۱۳+W     |
| $\frac{۱۳+W}{۲} = ۶/۵ + \frac{W}{۲}$ |   |          |

$$x^* = 4, y^* = 4 \rightarrow (x^*, y^*) = (4, 4)$$

اگر  $0 < w < 5$  بنابراین داریم:

$$x^* = [4, 7], \quad y^* = [4, 6]$$

در صورتی که  $w = 5$  شود، آنگاه داریم:

۱۸- گزینه ۳

$$x^* = \frac{\sum w_i a_i}{\sum w_i} = 5$$

$$y^* = \frac{\sum w_i b_i}{\sum w_i} = 4$$

$$r = \sqrt{\frac{F}{\sum w_i} + x^{*r} + y^{*r} - \frac{\sum w_i (a_i^r + b_i^r)}{\sum w_i}}$$

$$r = \sqrt{\frac{54}{4} + 25 + 16 - \frac{2/2}{4}} = 2$$

۱۹- گزینه ۲)

$$n = \frac{a+c}{a+b} = \frac{4+10}{4+1} = \frac{14}{5} = 2/8 \quad \begin{matrix} m=2 \\ m'=3 \end{matrix}$$

$$M = \frac{C_1}{C_2} = \frac{3}{10}$$

$$l = \frac{\frac{3}{10} + 2}{\frac{3}{10} + 3} \times \frac{2/8}{2} = 0.976 < 1 \Rightarrow N = m = 2$$

ماشین‌ها پیوسته در حال کار هستند ولی اپراتور بیکاری دارد.  
 زمان سیکل را ماشین مشخص می‌کند، بنابراین:

$$\text{دقیقه} \quad a+c=10+4=14 = \text{زمان سیکل}$$

$$\text{دقیقه} \quad a+c-m \times (a+b) = 14 - 2 \times 4 = 6 = \text{بیکاری ماشین}$$

۲۰- گزینه ۴)

| ارتباط بخش‌های غیرمجاور | نوع ارتباط | کوتاه‌ترین فاصله |
|-------------------------|------------|------------------|
| A-C                     | x          | ۱۰               |
| D-C                     | y          | ۱۰               |

(درجه نزدیکی  $\times$  کوتاه‌ترین فاصله)  $\Sigma$  = گشتاور طرح در کورلپ

$$(10 \times x + 10 \times y) = 40 \Rightarrow x + y = 4$$

تنها در گزینه (۴) است که مجموع درجات نزدیکی، چهار می‌شود.

## پاسخ کلیدی سؤالات آزمون جامع ارزیابی (۸۱)

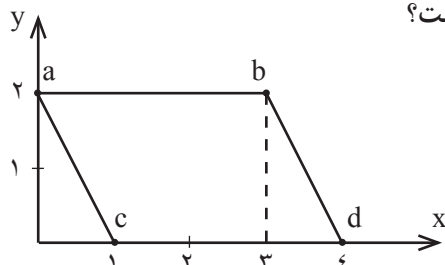
| پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|------|-----|------|-----|------|-----|
| ۲    | ۱۵  | ۴    | ۸   | ۴    | ۱   |
| ۳    | ۱۶  | ۱    | ۹   | ۳    | ۲   |
| ۱    | ۱۷  | ۳    | ۱۰  | ۳    | ۳   |
| ۳    | ۱۸  | ۱    | ۱۱  | ۲    | ۴   |
| ۲    | ۱۹  | ۴    | ۱۲  | ۲    | ۵   |
| ۴    | ۲۰  | ۲    | ۱۳  | ۳    | ۶   |
|      |     | ۱    | ۱۴  | ۱    | ۷   |

# فصل هفدهم

## آزمون جامع ارزیابی (۲)

## آزمون جامع ارزیابی (۲) (تألیفی)

۱- قرار است ماشین جدیدی بین چهار ماشین با مختصات زیر قرار گیرد. میزان حمل و نقل بین ماشین جدید و ماشین‌های موجود یکسان است. در صورتی که جریان مواد از طریق راهروهای عمود برهم صورت گیرد و ماشین جدید به ماشین  $a$  حتی‌الامکان نزدیک‌تر باشد، مکان بهینه ماشین جدید کدام است؟



- (۱) (۱ و ۲)  
 (۲) (۳ و ۲)  
 (۳) (۲ و ۳)  
 (۴) گزینه‌های ۱ و ۲

۲- اگر مکان وسیله جدید با استفاده از روش تجمع اوزان و روش مجذور فاصله اقلیدوسی یکی باشد، مکان وسیله جدید کدام است؟  $(a > b + 1)$

| مختصات $(x, y)$ | وزن $w_i$ |
|-----------------|-----------|
| $(b, b)$        | ۳         |
| $(a, a)$        | ۴         |
| $(2a, b + 1)$   | ۲         |

- (۱)  $(\frac{7}{8}, \frac{7}{8})$   
 (۲)  $(\frac{21}{8}, \frac{15}{8})$   
 (۳)  $(\frac{21}{8}, \frac{7}{8})$   
 (۴) هیچکدام

۳- در تعیین محل یک وسیله جدید بین چند وسیله موجود، چنانچه فاصله‌های خطی به صورت شکسته بیان شده باشند؛ معادلات کانتورها دارای چه شکلی هستند؟

- (۱) چند ضلعی منتظم  
 (۲) چندضلعی غیرمنتظم  
 (۳) دایره  
 (۴) گزینه‌های ۱ و ۲
- ۴- فعالیت‌هایی نظیر دادن تخفیف و ارایه محصول جدید به ترتیب در کدام مرحله از طول عمر یک محصول باید انجام گیرند؟

- (۱) تولد (معرفی) - اشباع  
 (۲) رشد - اشباع  
 (۳) تولد (معرفی) - بلوغ  
 (۴) رشد - بلوغ
- ۵- پایین بودن میزان سرمایه‌گذاری و میزان حمل و نقل از ویژگی‌های کدام روش استقرار ماشین‌آلات می‌باشد؟
- (۱) محل ثابت  
 (۲) کارگاهی  
 (۳) محصولی  
 (۴) تکنولوژی گروهی (GT)
- ۶- کدام گزینه جزو ویژگی‌های استفاده از اتوماسیون نمی‌باشد؟
- (۱) سرمایه‌گذاری زیاد  
 (۲) انعطاف‌پذیری بیشتر  
 (۳) مقاومت نیروی انسانی  
 (۴) ریسک متروک شدن تجهیزات
- ۷- کدام گزینه توالی مراحل لازم برای طراحی یک واحد صنعتی را درست نشان می‌دهد؟

|   |                           |
|---|---------------------------|
| a | تعیین میزان واقعی تولید   |
| b | محاسبه تعداد ماشین‌آلات   |
| c | تعیین میزان ضایعات        |
| d | محاسبه فضای مورد نیاز     |
| e | محاسبه تعداد نیروی انسانی |

- (۱)  $e \leftarrow d \leftarrow c \leftarrow b \leftarrow a$   
 (۲)  $d \leftarrow c \leftarrow e \leftarrow a \leftarrow b$   
 (۳)  $d \leftarrow e \leftarrow b \leftarrow a \leftarrow c$   
 (۴)  $d \leftarrow b \leftarrow e \leftarrow a \leftarrow c$

۸- در کارخانه‌ای دو ماشین  $a$  و  $b$  وجود دارد. می‌خواهیم سه ماشین  $x, y$  و  $z$  را به این کارخانه اضافه کنیم. فاصله بین ماشین‌آلات  $a$  و  $b$  در هریک از مکان‌های ۱ و ۲ و ۳ به صورت ماتریس  $D$  و جریان مواد بین ماشین‌های  $a$  و  $b$  با سه ماشین  $x$  و  $y$  و  $z$  به صورت ماتریس  $F$  می‌باشد. با پیدا کردن استقرار بهینه مکان استقرار دو ماشین  $x$  و  $y$  هزینه کلی استقرار سه ماشین جدید به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | a | b |
| ۱ | ۴ | ۳ |
| ۲ | ۵ | ۳ |
| ۳ | ۱ | ۲ |

ماتریس (D)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | x | y | z |
| a | ۰ | ۳ | ۲ |
| b | ۱ | ۵ | ۶ |

ماتریس (F)

- (۱) ۲ و ۳، ۴۲  
 (۲) ۳ و ۲، ۴۲  
 (۳) ۱ و ۲، ۴۰  
 (۴) ۲ و ۱، ۴۰



۹- فرض کنید چهار ماشین را به اپراتوری اختصاص می‌دهیم که احتمال کارکرد هر کدام  $0/8$  و احتمال توقف آن‌ها  $0/2$  می‌باشد. ساعات واقعی تولید در یک شیفت ۸ ساعته تقریباً چند دقیقه می‌باشد؟

۴۸. (۴

۴۵. (۳)

۴۶. (۲)

۴۵۵ (۱)

۱۰- اگر هزینه متغیر و ثابت سه نوع ماشین I و II و III به صورت جدول زیر باشد. با توجه به مقادیر هزینه های ثابت و متغیر هر ماشین کدام گزینه دسته بندی ماشین های I و II و III را به ترتیب بر حسب تک منظوره، چند منظوره و همه منظوره، درست نمایش می دهد؟

| نوع ماشین | هزینه ثابت | هزینه متغیر |
|-----------|------------|-------------|
| I         | ۱۰۰        | Y           |
| II        | ۴۰۰        | ۶۰          |
| II        | X          | ۵۰          |

(۱) چند منظوره، همه منظوره، تک منظوره

(۲) همه منظوره، چند منظوره، تک منظوره

(۳) تک منظوره، چند منظوره، همه منظوره

(۴) همه منظوره، تک منظوره، چند منظوره

۱۱- اگر زمان استارت ماشین ۱ دقیقه و زمان تنظیم قطعه روی ماشین ۲ دقیقه و همچنین مدت زمان بارگذاری و تخلیه هر کدام ۱ دقیقه و زمان انجام عملیات توسط ماشین ۴ دقیقه باشد، با توجه به این اطلاعات اگر دو ماشین را به اپراتور اختصاص دهیم به ترتیب از میان اپراتور و ماشین کدام یک سیکل کاری را مشخص می‌کند و مدت زمان سیکل کاری چقدر است؟

(۴) ماشین - ۱۰ دقیقه

(۳) ماشین - ۵ دقیقه

(۲) ایہ اتور - ۵ دقیقہ

(۱) ایپراتور - ۱۰ دقیقہ

۱۲- با توجه به روش CRAFT کدام یک از بخش‌های استقرار یافته زیر جهت بهبود نمی‌توانند با یکدیگر عوض شوند؟

The diagram shows a rectangular domain partitioned into six subdomains. Subdomain A is on the far left. To its right, the top half is split into B and C, and the bottom half is split into E and F. A horizontal strip labeled D runs between the top and bottom halves of the right side. The domain is labeled with Greek letters:  $\xi$  above B and C,  $\eta$  to the right of B and C,  $\zeta$  to the right of E and F, and  $\psi$  below E and F.

C. E. ()

B, F (5)

$$D, A \in \mathcal{C}$$
 $D, F \in \mathcal{C}$ 

۱۳- اگر استقرار ۴ بخش A, B, C, D بر اساس الگوریتم ALDEP به صورت زیر باشد، حداکثر تعداد استقرارهای ممکن

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| B | A | A | ? |
| B | A | A | D |
| B | ? | ? | D |

### چه تعدادی می‌تواند باشد؟

6 (2)

۴ (۱)

人 (9)

γ (3)

۱۴- نمودار رابطه فعالیت‌ها و مساحت پنج بخش a و b و c و d و e به صورت مقابل می‌باشد. با استفاده از الگوریتم کورلپ کدام بخش در مرکز استقرار قرار می‌گیرد؟

|                 |   |   |   |  |
|-----------------|---|---|---|--|
| $1 \cdot m^r a$ | A |   |   |  |
| $1\Delta m^r b$ | A | E |   |  |
| $2 \cdot m^r c$ | E | I | U |  |
| $2\Delta m^r d$ | U | A | I |  |
| $3 \cdot m^r e$ |   |   |   |  |

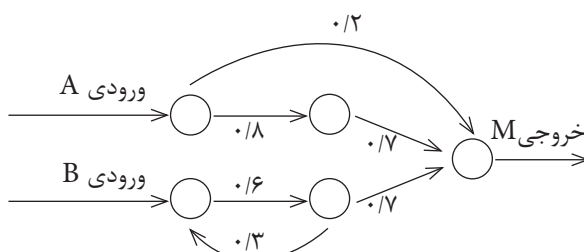
C (Y

b ()

(۴) گزیندهای ۱ و ۲

d (۳)

۱۵- برای ساخت هر قطعه M دو قطعه A و یک قطعه B باید با هم مونتاژ شوند. اگر فرایند ساخت هر کدام از قطعات A و B به صورت مقابل باشد که در نهایت روی هم سوار می شوند؛ ۱۰۰ قطعه M مورد نیاز است. جمعا به چند قطعه اولیه ورودی A و B نیاز داریم؟



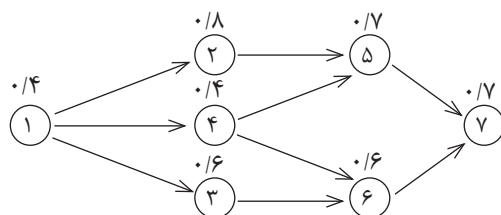
۴۵۸ (۱)

326 (2)

526 (3)

39. (f)

۱۶- سالیانه ۶۰۰۰۰ واحد از محصولی مورد نیاز است. هر سال شامل ۳۰۰ روز کاری که هر روز کاری نیز شامل ۸ ساعت و سه بار استراحت ۱۰ دقیقه‌ای برای صرف نوشیدنی است. با توجه به نمودار تقدم و تأخر داده شده، راندمان خط تولید چقدر است؟



(۱) ۹۱/۲۳٪

(۲) ۹۳/۳۳٪

(۳) ۹۵/۱۳٪

(۴) ۹۸/۱٪

۱۷- وقتی که سیستم حمل و نقل اتوماتیک بوده و بخواهیم از فضای کارخانه بیشترین استفاده را ببریم؛ از کدام الگوی جریان مواد باید استفاده نمود؟

(۱) شکل U (۲) دایره‌ای (۳) زیگزاگ (۴) مختلط یا نامنظم

۱۸- برای طبقه‌بندی مواد جهت تعیین سیستم حمل و نقل از کدام تفکیک استفاده می‌شود؟

(۱) P.Q (۲) MRP (۳) C.Q (۴) SLP

۱۹- اگر کارخانه‌ای سه محصول a و b و c را با هزینه ثابت ۱۹۰۰ واحد پولی مطابق جدول زیر تهیه کند، مقدار محصول b

در نقطه سر به سر چقدر است؟

(۱) ۱۰ (۲) ۳۰

(۳) ۴۰ (۴) ۵۰

| محصول | مقدار تولید | هزینه متغیر |
|-------|-------------|-------------|
| a     | ۵۰          | ۱۰          |
| b     | ۱۵۰         | ۲۰          |
| c     | ۲۰۰         | ۳۰          |

۲۰- در کدام حالت توسعه می‌توان بدون قطع جریان مواد، یک یا چند بخش دیگر را اضافه نمود؟

(۱) توسعه T شکل (۲) توسعه U شکل (۳) توسعه C شکل (۴) گزینه‌های ۱ و ۲

## پاسخنامه آزمون جامع ارزیابی (۲)

۱- گزینه ۱)

$$\begin{aligned}
 & \left( \begin{smallmatrix} a \\ 0, 2 \end{smallmatrix} \right), \left( \begin{smallmatrix} c \\ 1, 0 \end{smallmatrix} \right), \left( \begin{smallmatrix} b \\ 3, 2 \end{smallmatrix} \right), \left( \begin{smallmatrix} d \\ 4, 0 \end{smallmatrix} \right) \\
 & \quad \quad \quad (1, 0) \\
 & 0, 1, 2, 3, 4 \Rightarrow x^* = 1, 3 \Rightarrow (1, 2) \\
 & \quad \quad \quad 0, 2 \Rightarrow y^* = 0, 2 \Rightarrow (3, 0) \\
 & \quad \quad \quad (3, 2)
 \end{aligned}$$

از آنجایی که ماشین جدید باید حتی الامکان به ماشین a نزدیکتر باشد پس مکان (۱ و ۲) مورد نظر است.

۲- گزینه ۲)

| x  | w | Σw |
|----|---|----|
| b  | ۳ | ۳  |
| a  | ۴ | ۷  |
| ۲a | ۲ | ۹  |

$$\Rightarrow \frac{9}{2} = 4.5 \rightarrow x^* = a$$

| y   | w | Σw |
|-----|---|----|
| b   | ۳ | ۳  |
| b+۱ | ۲ | ۵  |
| a   | ۴ | ۹  |

$$\Rightarrow \frac{9}{2} = 4.5 \rightarrow y^* = b+1$$

$$x^* = \frac{\sum w_j x_j}{\sum w_j} = \frac{3b + 4a + 2a}{9} \Rightarrow \frac{3b + 6a}{9} = a \Rightarrow a = 3b$$

$$y^* = \frac{\sum w_j y_j}{\sum w_j} = \frac{3b + 2b + 2 + 4a}{9} \Rightarrow \frac{5b + 4a + 2}{9} = b+1 \Rightarrow 4a - 4b = 7 \Rightarrow 4b = 7 \Rightarrow b = \frac{7}{4}$$

$$\Rightarrow x^* = 3b = \frac{21}{4}, \quad y^* = \frac{15}{4} \Rightarrow \left( \frac{21}{4}, \frac{15}{4} \right)$$

۳- گزینه ۴)

اگر فاصله به صورت خطی شکسته بیان شوند، معادلات کانتورها ممکن است به صورت چندضلعی منتظم و یا غیرمنتظم باشند.

۴- گزینه ۳)

فعالیت دادن تخفیف باید در دوره معرفی و آرایه محصول جدید و نوآوری در دوره بلوغ صورت گیرد.

۵- گزینه ۱)

پایین بودن میزان سرمایه‌گذاری و میزان حمل و نقل از ویژگی‌های استقرار محل ثابت است.

۶- گزینه ۲)

استفاده از اتوماسیون، انعطاف‌پذیری را کاهش می‌دهد.

۷- گزینه ۳

۸- گزینه ۱

$$D \times F = \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 5 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 1 & 5 & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 27 & 26 \\ 3 & 30 & 28 \\ 2 & 13 & 14 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} 3 & 27 & 26 \\ 3 & 30 & 28 \\ 2 & 13 & 14 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{تخصیص}} \begin{matrix} x & y & z \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 0 & 5 & 2 \\ 11 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} \end{matrix}$$

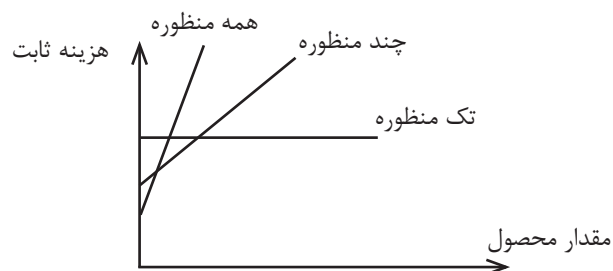
کل هزینه  $= 3 + 13 + 26 = 42$ 

۹- گزینه ۱

$$\text{درصد اوقات بیکاری} = \frac{1}{n}(nq + p^n - 1) = \frac{1}{4}(4 \times 0.2 + 0.8^4 - 1) = 0.524$$

$$\text{ساعات واقعی تولید در یک شیفت} = 8 \times 60 \times (1 - 0.524) = 454/8 \approx 455$$

۱۰- گزینه ۲



۱۱- گزینه ۱

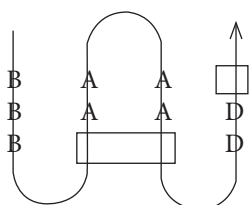
$$N = \frac{1+2+1+1+4}{1+2+1+1} = \frac{9}{5} < m = 2 \rightarrow \text{زمان سیکل توسط اپراتور تعیین می‌شود.}$$

$$C = m(1+2+1+1) = 2 \times 5 = 10 \text{ دقیقه}$$

۱۲- گزینه ۲

چون دو بخش F و B نه مجاورند و نه هم مساحت.

۱۳- گزینه ۴



- |  |   |   |   |  |   |   |   |
|--|---|---|---|--|---|---|---|
| ۱) <table border="1"><tr><td>B</td><td>D</td><td>C</td></tr></table> | B | D | C | ۵) <table border="1"><tr><td>C</td><td>A</td><td>D</td></tr></table> | C | A | D |
| B  | D | C |   |  |   |   |   |
| C  | A | D |   |  |   |   |   |
| ۲) <table border="1"><tr><td>A</td><td>A</td><td>C</td></tr></table> | A | A | C | ۶) <table border="1"><tr><td>A</td><td>D</td><td>D</td></tr></table> | A | D | D |
| A  | A | C |   |  |   |   |   |
| A  | D | D |   |  |   |   |   |
| ۳) <table border="1"><tr><td>A</td><td>D</td><td>C</td></tr></table> | A | D | C | ۷) <table border="1"><tr><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr></table> | B | C | D |
| A  | D | C |   |  |   |   |   |
| B  | C | D |   |  |   |   |   |
| ۴) <table border="1"><tr><td>B</td><td>A</td><td>C</td></tr></table> | B | A | C | ۸) <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>D</td></tr></table> | A | C | D |
| B  | A | C |   |  |   |   |   |
| A  | C | D |   |  |   |   |   |

۱۴- گزینه ۲)

$$TCR_a = 6 + 5 + 2 + 4 = 17$$

$$TCR_b = 18 + 4 = 22 \Rightarrow b \text{ یا } c$$

$$TCR_c = 22$$

$$TCR_d = 13$$

$$TCR_e = 18$$

چون مساحت C بیشتر است، پس C در مرکز استقرار قرار می گیرد.

۱۵- گزینه ۱)

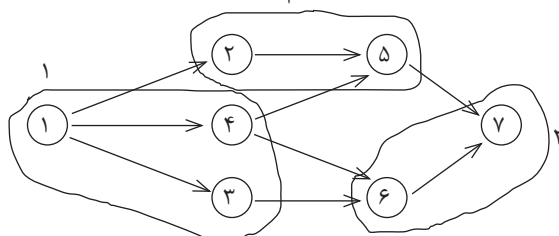
$$A \times \frac{0.2 + (0.8 \times 0.7)}{1 - 0} = 2 \times 100 \rightarrow A = \frac{200}{0.76} = 263/157$$

$$B \times \frac{0.6 \times 0.7}{1 - (0.3 \times 0.6)} = 100 \rightarrow B = \frac{100}{0.5122} = 195/23$$

$$\Rightarrow A + B = 263 + 195 = 458$$

۱۶- گزینه ۲)

$$\text{زمان سیکل} = \frac{8 \times 60 - (3 \times 10)}{\frac{60000}{300}} = \frac{450}{30} = 1/5 \text{ min}$$



| ایستگاه | ۱   | ۲   | ۳   |
|---------|-----|-----|-----|
| زمان    | ۱/۴ | ۱/۵ | ۱/۳ |

$$\Rightarrow \text{بازده خط} = \frac{1/4 + 1/5 + 1/3}{1/5 \times 3} = \%93/33$$

۱۷- گزینه ۴)

۱۸- گزینه ۱)

برای طبقه بندی مواد جهت تعیین سیستم حمل و نقل از P.Q استفاده می شود.

| $\frac{Q_j}{Q_a}$    | $Q_j$ | j | $v_j$ |
|----------------------|-------|---|-------|
| $\frac{50}{50} = 1$  | 50    | a | 10    |
| $\frac{150}{50} = 3$ | 150   | b | 20    |
| $\frac{200}{50} = 4$ | 200   | c | 30    |

$$\Rightarrow \sum v_i Q_i = f$$

$$\Rightarrow 10 \cdot Q_a + 20 \cdot Q_b + 30 \cdot Q_c = 1900$$

$$\Rightarrow 10 \cdot Q_a + 20 \times 3 Q_a + 30 \times 4 Q_a = 1900$$

$$(10 + 60 + 120) Q_a = 1900 \Rightarrow Q_a = 10$$

$$\Rightarrow Q_b = 3 Q_a = 3 \times 10 = 30$$

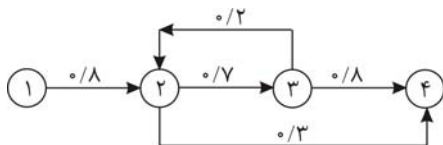
در توسعه T شکل و U شکل می توان بدون قطع جریان مواد یک یا چند بخش دیگر را اضافه کرد.

### پاسخ کلیدی سؤالات آزمون جامع ارزیابی (۲)

| پاسخ | تست | پاسخ | تست | پاسخ | تست |
|------|-----|------|-----|------|-----|
| ۱    | ۱۵  | ۱    | ۸   | ۱    | ۱   |
| ۲    | ۱۶  | ۱    | ۹   | ۲    | ۲   |
| ۴    | ۱۷  | ۲    | ۱۰  | ۴    | ۳   |
| ۱    | ۱۸  | ۱    | ۱۱  | ۳    | ۴   |
| ۲    | ۱۹  | ۲    | ۱۲  | ۱    | ۵   |
| ۴    | ۲۰  | ۴    | ۱۳  | ۲    | ۶   |
|      |     | ۲    | ۱۴  | ۳    | ۷   |

### سوالات چهار گزینه‌ای آزمون سال ۹۰

۱- اگر مقدار ورودی به مرحله اول خط تولید زیر ۱۰۰۰ واحد باشد. تعداد قطعات خروجی این خط چند واحد است؟



(۱) ۷۵۰

(۲) ۸۰۰

(۳) ۸۵۰

(۴) ۹۰۰

۲- در یک کارگاه ۳ دستگاه ماشین در مکان‌های A، B و C استقرار دارند مکان مختصاتی این سه ماشین با همدیگر یک مثلث غیرمنتظم با زوایای حاده را تشکیل می‌دهد. قرار است یک ماشین جدید که با هر ۳ ماشین ارتباط یکسانی دارد استقرار داده شود. اگر فاصله بصورت مستقیم در نظر گرفته شود کدام گزاره در مورد مکان مختصاتی ماشین جدید صحیح می‌باشد؟

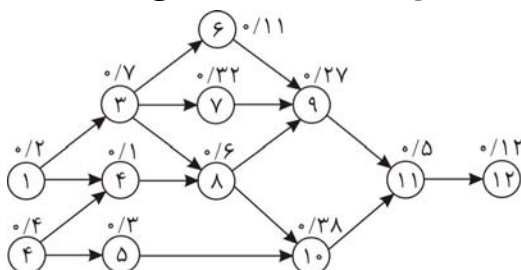
(۱) محل برخورد میانه‌های مثلث، مکان مختصاتی بهینه ماشین جدید است.

(۲) محل برخورد نیمسازهای زوایای مثلث، مکان مختصاتی بهینه ماشین جدید است.

(۳) نقطه‌ای که از هر ۳ رأس مثلث به یک فاصله باشد مکان مختصاتی بهینه ماشین جدید است.

(۴) نقطه‌ای در داخل مثلث که مجموعه فواصلش از ۳ رأس مثلث حداقل است مکان مختصاتی بهینه ماشین جدید است.

۳- نمودار تقدم و تأخر مونتاژ یک محصول مطابق نمودار زیر است. اگر قرار باشد در یک هفته ۴۰ عدد از محصول تولید گردد. پس از بالانس نمودن خط، تعداد ایستگاه‌ها و درصد راندمان خط به ترتیب چقدر می‌شود؟ (هر هفته ۵ روز کاری و هر روز ۸ ساعت می‌باشد). زمان‌ها بر حسب ساعت



(۱) ۸۰-۴

(۲) ۱۰۰-۴

(۳) ۸۰-۵

(۴) ۱۰۰-۵

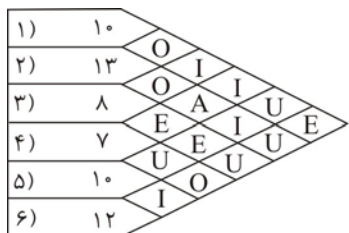
۴- طرح زیر با استفاده از جدول رابطه فعالیت‌های داده شده ترسیم گردیده است (با استفاده از الگوریتم ALDEP). اگر به همان ترتیبی که بخش‌ها انتخاب شده‌اند عرض نوار استقرار یک بلوک باشد طرح جدید چه گشتاوری خواهد داشت؟

(۱) ۱۸۸

(۲) ۲۱۰

(۳) ۲۳۶

(۴) ۲۷۴



|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ۴ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |   |   |
| ۴ | ۴ | ۵ | ۵ | ۳ | ۳ |   |   |
| ۴ | ۴ | ۵ | ۵ | ۳ | ۳ | ۶ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ |
| ۲ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ |
| ۲ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۶ | ۶ |



## ۵- کدام عبارت زیر صحیح است؟

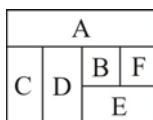
- (۱) در برگ مسیر تولید، عملیات مونتاژ نیز درج می‌شود.  
 (۲) برگ مسیر تولید براساس چیدمان سالن تولید تهیه می‌شود.  
 (۳) برگ مسیر تولید از نمودار فرآیند عملیات استخراج می‌شود.  
 (۴) نمودار فرآیند عملیات می‌تواند جهت طراحی الگوی جریان مواد بکار رود.

۶- شش وسیله موجود A، B، C، D، E و F به ترتیب در یک امتداد از چپ به راست به فاصله مساوی و به موازات محور X ها قرار دارند. می‌خواهیم محل وسیله‌ای جدید را بین وسایل موجود مشخص نمائیم. میزان حمل و نقل سالیانه بین وسیله جدید با وسایل موجود  $\sqrt{3}H$  است. اگر جریان مواد از طریق راهروهای متعامد صورت گیرد محل بهینه وسیله جدید می‌تواند روی هر نقطه از کدام پاره‌خط زیر باشد؟



- (۱) AC  
 (۲) BC  
 (۳) BD  
 (۴) CD

۷- به منظور استقرار شش بخش، طرح زیر ارائه شده است. اگر جدول زیر جریان مواد بین شش بخش را نشان دهد و گشتاور طرح براساس مجاورت و عدم مجاورت بخش‌ها و جریان مواد بین بخشی محاسبه گردد، کارایی طرح مذکور

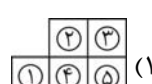
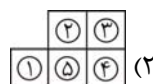
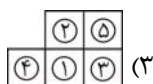
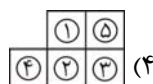
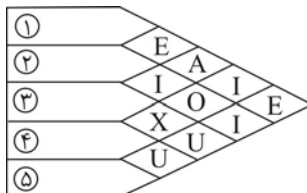


| از به | A | B  | C | D | E  | F |
|-------|---|----|---|---|----|---|
| A     |   | ۱۰ | ۶ | ۸ | -  | ۳ |
| B     | - |    | ۲ | ۵ | ۷  | ۹ |
| C     | - | ۲  |   | ۴ | ۱۰ | ۸ |
| D     | ۴ | ۷  | - |   | ۶  | ۳ |
| E     | ۳ | ۶  | ۵ | - |    | ۱ |
| D     | ۲ | ۸  | ۴ | - | ۲  |   |

چند درصد است؟

- (۱) ۷۰/۴  
 (۲) ۷۸/۱  
 (۳) ۸۳/۲  
 (۴) ۸۸/۳

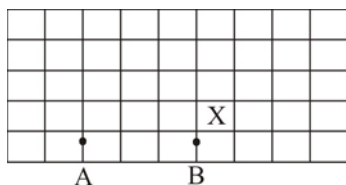
۸- جدول رابطه فعالیت‌ها مربوط به ۵ بخش به صورت زیر است. اگر براساس مجاورت و وزن مجاورت، استقرار صورت پذیرد و مقادیر برای حروف داخل جدول  $A=4$ ،  $E=3$ ،  $I=2$ ،  $U=1$  و  $X=-4$  در نظر گرفته شود بهترین طرح استوار چه خواهد بود فرض کنید مساحت تمام بخشها برابر یک بلوک می‌باشد.







۹- انباری برای نگهداری یک کالا به صورت زیر بلوک‌بندی شده است. در این انبار از دو درب A و B برای ورود و خروج کالا استفاده می‌شود. با توجه به هزینه‌های حمل و نقل ورود و خروج کالا به ترتیب بر هر بلوک، تعداد بلوک‌های دیگری که هزینه رفت و آمد تا آن بلوک‌ها برابر با هزینه بلوک مشخص شده X می‌باشد چند بلوک است؟



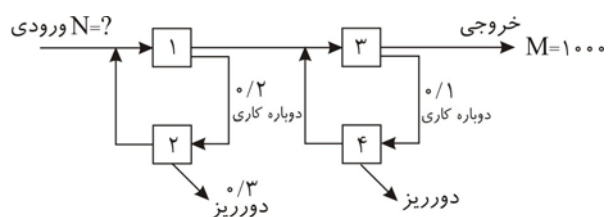
(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۵

(۴) ۶

۱۰- در شکل زیر مقدار ورودی چقدر باشد تا خروجی برابر ۱۰,۰۰۰ (ده هزار) واحد شود؟



(۱) ۹۸۲۴

(۲) ۱۱۰۸۲

(۳) ۱۱۲۳۶

(۴) ۱۳۸۸۹



## پاسخ سؤالات چهار گزینه‌ای آزمون سال ۹۰

۱- گزینه ۲)

راه حل تشریحی اینگونه مسائل به شرح ذیل است.

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= 1000 \\ X_2 &= 0/8X_1 + 0/2X_3 \\ X_3 &= 0/7X_2 \\ X_4 &= 0/3X_2 + 0/8X_3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow X_2 = 0/8 * 1000 + 0/2 * 0/7X_2 \Rightarrow \begin{cases} X_2 = \frac{800}{0/86} \approx 930 \\ X_3 = 0/7X_2 = 651 \end{cases}$$

$$\Rightarrow X_4 = 0/3 * 930 + 0/8 * 651 = 799/8 \approx 800$$

نکته: نیازی به حل سؤال نبود با توجه به مرحله ۲ و ۳ مشخص است هیچ‌گونه ضایعاتی برای این ۲ مرحله وجود نداشته و محصول تنها ممکن است دوباره کاری شود بنابراین دور ریزی وجود نداشته و ورودی و خروجی با هم برابر است. از این رو ورودی به مرحله ۲ برابر با ورودی به مرحله ۴ (خروجی کل سیستم) است  $0/8 * 1000 = 800 \Leftarrow$

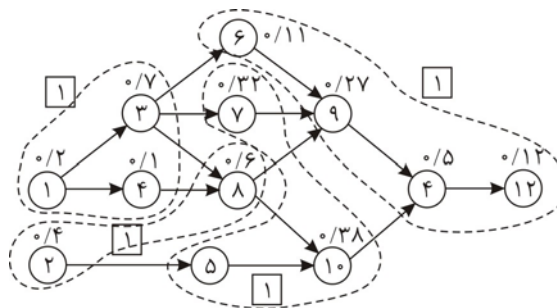
۲- گزینه ۲)

در صورتی که ماشین جدید با هر سه ماشین ارتباط یکسانی داشته باشد، مکان مختصاتی ماشین ؟ نقطه برخورد نیمسازهای مثلث خواهد بود.

۳- گزینه ۲)

$$\text{سیکل کاری} = \frac{5 * 8}{40} = 1$$

تخصیص به صورت زیر انجام می‌گیرد:



۴ ایستگاه با زمان کاری ۱ ساعت به دست آمد، از این رو راندمان هم برابر ۱۰۰٪ می‌باشد.

۴- گزینه ۲)

ترتیب انتخاب بخش‌ها در استقرار داده شده به صورت ۶-۱-۳-۵-۲-۴ بوده است. بنابراین استقرار جدید با عرض نوار یک به صورت ذیل خواهد بود.

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۱ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۲ | ۳ | ۳ | ۱ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۲ | ۵ | ۳ | ۱ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۲ | ۵ | ۳ | ۱ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۵ | ۵ | ۳ | ۱ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۵ | ۵ | ۳ | ۱ | ۶ |
| ۴ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۶ |
| ۲ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۶ |

درجات نزدیکی بخش‌ها  $\sum = 2$  گشتاور

$$= 2 * (64 + 4 + 1 + 16 + 0 + 4 + 16) = 2 * 105 = 210$$



۵- گزینه ۴)

نمودار فرآیند عملیات می‌تواند جهت طراحی الگوی جریان مواد به کار رود، نمودار فرآیند عملیاتی از تلفیق مسیر تولید و نمودار مونتاژ حاصل می‌گردد.

۶- گزینه ۴)

به دلیل تقارن مسئله و یکسان بودن حمل و نقل میان وسیله جدید و وسایل موجود میانه بر روی پاره خط CD قرار خواهد گرفت و پاره خط CD محل قرارگیری وسیله جدید خواهد بود.

۷- گزینه ۱)

$$\begin{aligned} \text{میزان حمل و نقل میان بخش های غیر مجاز} &= 1 - \frac{\text{کل حمل و نقل}}{\text{معیار کارایی}} \\ &= 1 - \frac{(A,E) + (B,C) + (C,E) + (C,F) + (D,F)}{125} = 1 - \frac{(3+0) + (2+2) + (10+5) + (8+4) + (3+0)}{125} \\ &= 1 - \frac{37}{125} = 0.704 = 70.4\% \end{aligned}$$

۸- گزینه ۳)

مقدار درجه نزدیکی O در مسئله ذکر نشده، مقادیر صحیح به شرح ذیل است.

$$A=4, \quad E=3, \quad I=2, \quad O=1, \quad O=0, \quad X=-4$$

امتیاز گزینه‌ها را یک به یک محاسبه کرده و بهترین (بیشترین) گزینه را انتخاب می‌نماییم.

$$\text{درجات نزدیکی} = \sum \text{امتیاز طرح}$$

$$\text{گزینه ۱} = 2 + 2 + 1 + 0 + 0 = 5$$

$$\text{گزینه ۲} = 3 + 2 + 2 - 4 + 0 = 0$$

$$\text{گزینه ۳} = 3 + 4 + 2 + 2 + 0 = 11 \rightarrow \text{بهترین طرح استقرار}$$

$$\text{گزینه ۴} = 3 + 3 + 2 + 1 + 0 = 9$$

۹- گزینه ۲)

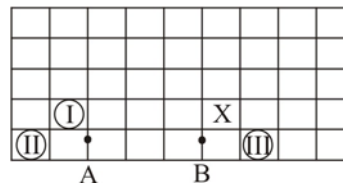
باید به دنبال بلوک‌هایی بود که فاصله آنها تا درب انبار به میزان فاصله بلوک X باشد.

$$\text{فاصله بلوک X} = 5 + 2 = 7$$

$$\text{فاصله بلوک I} = 2 + 5 = 7$$

$$\text{فاصله بلوک II} = 2 + 5 = 7$$

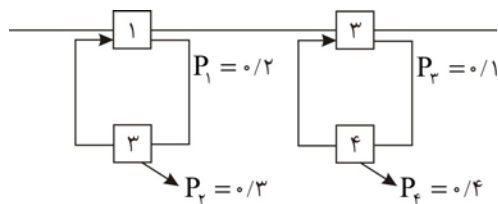
$$\text{فاصله بلوک III} = 5 + 2 = 7$$



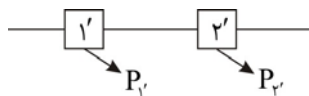
۳ بلوک I و II و III به یک فاصله تا درب‌های انبار می‌باشند و فاصله آنها با فاصله بلوک X با درب انبار برابر است بنابراین هزینه یکسانی با بلوک X خواهند داشت.



۱۰- گزینه ۳

اطلاعات مسئله ناقص است، مسئله را با فرض  $P_f = 0/4$  حل می‌نماییم.

تبدیل می‌گردد به:



$$1 - P_{1'} = \frac{1 - P_1}{1 - P_1(1 - P_2)} = \frac{0/8}{1 - (0/2)(0/7)} = 0/93$$

$$1 - P_{2'} = \frac{1 - P_2}{1 - P_2(1 - P_f)} = \frac{0/9}{1 - 0/1(0/6)} = 0/957$$

$$p.y = p.y_{1',2'} = (1 - P_{1'})(1 - P_{2'}) = 0/93 * 0/957 = 0/89$$

$$\Rightarrow X = \frac{10000}{0/89} = 11236$$

## سؤالات چهار گزینه‌ای آزمون سال ۹۱

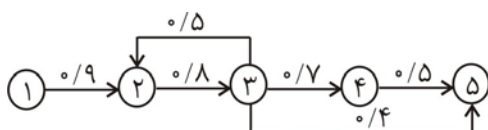
۱- کدام یک از موارد زیر جزو مزیت‌های استقرار محصولی محسوب نمی‌گردد؟

- (۱) هزینه حمل و نقل مواد پایین است.
- (۲) انعطاف‌پذیری سیستم تولید پایین است.
- (۳) بهره‌وری نیروی انسانی و تجهیزات بالاست.
- (۴) حسابداری، خرید و کنترل موجودی در استقرار محصولی نسبتاً مشکل است.

۲- در ارتباط با طراحی استقرار و چیدمان انبار کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) کالایی که اندازه آن حجمی است نزدیک درب انبار استقرار داده می‌شود.
- (۲) کالایی که اغلب سفارش داده می‌شود در نزدیکی درب انبار استقرار می‌یابد.
- (۳) کالاهایی که وزن آن‌ها سنگین‌تر است در نزدیکی درب انبار استقرار داده می‌شوند.
- (۴) کالایی که تعداد بیشتری از آن در انبار نگهداری می‌شود نزدیک درب انبار استقرار داده می‌شود.

۳- در خط تولید زیر مقدار ورودی به مرحله اول برای رسیدن به ۱۵۰۰ واحد خروجی در مرحله پنجم چقدر است؟



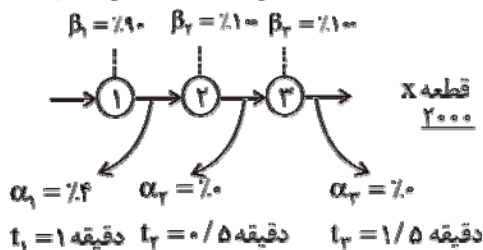
$$(1) 1660/60$$

$$(2) 1666/66$$

$$(3) 1770/70$$

$$(4) 1777/77$$

۴- قطعه X توسط سه ماشین مختلف ساخته می‌شود. چنانچه روزانه ۲۰۰۰ قطعه مورد نیاز باشد و هر روز ۸ ساعت کاری داشته باشیم، با توجه به نمودار مقابل تعداد ماشین مورد نیاز نوع دوم و سوم چه مقدار است؟



$$N_1 = 6/5, N_2 = 2/5 \quad (2)$$

$$N_1 = 6/3, N_2 = 3 = 1/9 \quad (4)$$

$$N_1 = 5/9, N_2 = 3/1 \quad (1)$$

$$N_1 = 6/2, N_2 = 2/1 \quad (3)$$

۵- اطلاعات گذشته نشان می‌دهد که در یک ایستگاه ماشین‌کاری در ۷۰٪ مواقع ماشین‌های دریل بدون نیاز به سرویس کار کرده و در ۳۰٪ اوقات نیاز به سرویس پیدا کرده‌اند. فرض کنید در یک ایستگاه کاری ۳۰ ماشین دریل به یک اپراتور اختصاص داده شود. زمان از دست رفته ماشین‌ها در یک شیفت کاری ۸ ساعته چند درصد است؟

$$24/3 \quad (4)$$

$$22/8 \quad (3)$$

$$8/1 \quad (2)$$

$$1/946 \quad (1)$$

۶- جدول زیر فرآیند چهار محصول A, B, C و D را که در کارگاهی تولید می‌شود را نشان می‌دهد. اگر در استقرار

| بخش | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|
| V   | ○ | ○ | ○ | ○ |
| W   | ○ | ○ | ○ | ○ |
| X   | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Y   | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Z   | ○ | ○ | ○ | ○ |
| R   | ○ | ○ | ○ | ○ |

$$(1) 3/7 \text{ کاهش می‌یابد.}$$

$$(2) 4/6 \text{ افزایش می‌یابد.}$$

$$(3) 5/9 \text{ کاهش می‌یابد.}$$

$$(4) 9/5 \text{ افزایش می‌یابد.}$$



۷- با استفاده از روش استقرار ماریچی (spiral) طرح چیدمان زیر حاصل شده است. در صورتی که جدول از - به جریان به صورت مقابل باشد، معیار ارزیابی این طرح طبق این روش چند درصد می‌باشد؟

|   |    |   |    |   |
|---|----|---|----|---|
|   | A  | B | C  | D |
| A | ۱۰ | ۶ | ۱۳ |   |
| B | ۶  | ۸ | *  |   |
| C | ۵  | ۲ | *  |   |
| D | *  | * | *  |   |

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۲ (۲)

۱۰ (۱)

۸- عوامل مهم در محاسبه فضای لازم برای یک محوطه پارکینگ خودرو پرسنل در واحدهای صنعتی چه می‌باشد؟

(۱) تعداد خودروها، ابعاد خودروها، الگوی استقرار خودروها، اختصاصی یا عمومی بودن پارکینگ

(۲) تعداد خودروها، تعداد روزهای کاری در سال، ابعاد خودروها، الگوی استقرار خودروها

(۳) الگوی استقرار خودروها، تعداد روزهای کاری در سال، اختصاصی یا عمومی بودن پارکینگ

(۴) تعداد خودروها، اختصاصی یا عمومی بودن پارکینگ، تعداد روزهای کاری در سال

۹- در حال حاضر در سطح کارگاهی چهار دستگاه ماشین در نقاط زیر استقرار دارند:

$$P_1 = (4, 2), P_2 = (2, 3), P_3 = (3, 5), P_4 = (4, 5)$$

می‌خواهیم یک دستگاه جدید که ماشین‌آلات موجود به ترتیب رابطه‌ای برابر  $w_1$  و  $w_2$  و  $w_3$  و  $w_4$  دارد استقرار

دهیم، به فرض آنکه در محاسبه هزینه حمل و نقل فاصله به صورت مجذور فاصله مستقیم در نظر گرفته شود، تحت

چه شرایطی نقطه (۳ و ۴) کمترین هزینه حمل و نقل برای استقرار ماشین جدید را خواهد داشت؟

$$w_1 + 2w_2 + w_3 = 2w_4 \quad (2)$$

$$w_1 + w_2 + w_3 = w_4 \quad (1)$$

$$w_1 + 2w_2 + w_3 = -w_4 \quad (4)$$

$$2w_1 + w_2 + 3w_3 = w_4 \quad (3)$$

۱۰- در راستای راهرو کارگاهی چهار ماشین  $P_1, P_2, P_3, P_4$  استقرار دارد که ماشین  $P_3$  استقرار دارد که ماشین  $P_3$  به

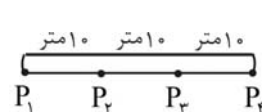
سه ماشین دیگر سرویس می‌دهد. اگر میزان ارتباط ماشین اول ( $w_1 = 1$ ) و میزان ارتباط ماشین دوم ( $w_2 = 1$ ) و

میزان ارتباط ماشین چهارم ( $w_4 = 2$ ) باشد و مدیریت کارگاه بخواهد به منظور کاهش هزینه‌های حمل و نقل ماشین

جدیدی از نوع ماشین سوم استقرار دهد، مکان مناسب برای این ماشین جدید کجا خواهد بود، به طوری که مجموع

هزینه‌های حمل و نقل کسر گردد؟ فواصل بین ماشین‌آلات در شکل مشخص گردیده است و ماشین‌آلات

سرویس‌دهنده محدودیت ظرفیت ندارند. ضمناً ماشین‌آلات اول، دوم و چهارم ارتباطی با یکدیگر ندارند.



(۱) فقط مکان نقطه  $P_4$

(۲) کلیه نقاط در طول راهرو

(۳) کلیه نقاط حد فاصل  $P_1 - P_2$  و نقطه  $P_4$

(۴) فقط مکان نقطه میانی حفاصل دو ماشین  $P_1$  و  $P_2$



## پاسخ سؤالات چهار گزینه‌ای آزمون سال ۹۱

۱- گزینه ۴)

گزینه ۲: تغییرات عمده در طرح محصولی که به روش استقرار محصولی تولید می‌شود باعث از رده خارج شدن اکثر تجهیزات و ماشین آلات خط تولید می‌شود و باعث متحمل شدن هزینه‌های سنگین خواهد شد بنابراین پایین بودن انعطاف پذیری سیستم تولیدی جزء مزیت‌های استقرار محصولی محسوب نمی‌گردد. بلکه یکی از معایب آن است. اما چون در صورت سوال از تغییرات در سیستم تولیدی حرفی به میان نیامده! بنابراین گزینه ۴ جواب این تست خواهد بود.

گزینه ۱ و ۳ از مزایای این روش استقرار می‌باشند.

۲- گزینه ۲)

صحیح ترین گزینه، گزینه ۲ می‌باشد. در طراحی استقرار انبار معمولاً کالاهایی که نرخ ورود و خروج زیادی دارند در نزدیکی درب انبار مستقر می‌شوند زیرا با توجه به فرمول کلی تواتر×هزینه×مسافت کالاهایی که تواتر بیشتری دارند بهتر است در فواصل (مسافت های) نزدیکتر قرار داده شوند تا تابع هزینه حداقل شود.

گزینه ۱ و ۳ و ۴: وزن، حجم و تعداد کالا با توجه به فرمول گفته شده فاکتورهای مهمی در طراحی استقرار انبار نمی‌باشند.

۳- گزینه ۲)

تذکر: در ایستگاه ۳ مجموع جریان‌های خروجی بیشتر از یک شده است که این امر امکان پذیر نمی‌باشد (صورت سوال اشتباه است) اما بدون توجه به این نکته مسئله را حل می‌کنیم.

$$x_p = 0.9x_1 + 0.5x_r$$

$$x_r = 0.8x_p$$

$$x_f = 0.7x_r$$

$$x_d = 0.5x_f + 0.4x_r = 1500 \Rightarrow 0.5(0.7x_r) + 0.4x_r = 1500 \Rightarrow x_r = 2000$$

$$x_p = \frac{x_r}{0.8} = \frac{2000}{0.8} = 2500$$

$$2500 = 0.9x_1 + 1000 \Rightarrow x_1 = 1666.66$$

۴- گزینه ۳)

$$N_r = \frac{2000 \times 0.5}{8 \times 60} = 2/1 \quad N_p = \frac{2000 \times 1/5}{8 \times 60} = 6/2$$

۵- هیچکدام

$$F = \frac{nq + p^n - 1}{n} = \frac{30 \times 0.3 + (0.7)^{30} - 1}{30} = 26.7\%$$

مقدار ۲۶/۷٪ در گزینه ها نمی باشد. احتمالاً صورت سوال اشکال تایپی دارد. زیرا تخصیص ۳۰ ماشین دریل به یک اپراتور منطقی به نظر نمی‌رسد. اگر فرض کنیم ۳ ماشین دریل به اپراتور تخصیص داده شده است جواب این سوال گزینه ۲ می‌شود:

$$F = \frac{nq + p^n - 1}{n} = \frac{3 \times 0.3 + (0.7)^3 - 1}{3} = 8.1\%$$

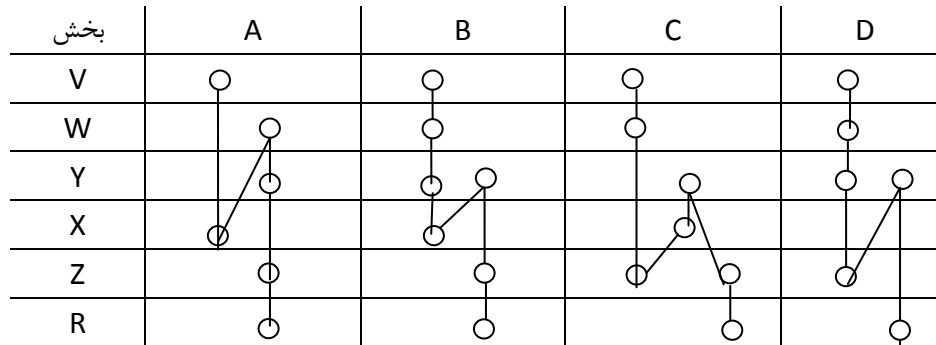


۶- هیچکدام

کارایی استقرار موجود برابر است با :

$$\frac{5+5+5+5}{7+7+9+9} = \frac{20}{32} = 0.625$$

با تغییر مکان دو بخش X و Y نمودار فرآیند چند محصولی به شکل زیر تغییر می‌کند:



کارایی این استقرار برابر است با:

$$\frac{5+5+5+5}{9+7+9+7} = \frac{20}{32} = 0.625$$

همانطور که ملاحظه می‌شود کارایی تغییری نمی‌کند.

۷- گزینه ۴

$$\frac{8+2}{10+6+13+6+8+5+2} = \frac{10}{50} = 20\%$$

۸- گزینه ۱

۹- هیچکدام

$$x^* = \frac{\sum a_i w_i}{\sum w_i} = \frac{4w_1 + 2w_2 + 3w_3 + 4w_4}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} = 3 \Rightarrow w_1 - w_2 + w_4 = 0$$

$$y^* = \frac{\sum b_i w_i}{\sum w_i} = \frac{2w_1 + 3w_2 + 5w_3 + 5w_4}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} = 4 \Rightarrow -2w_1 - w_2 + w_3 + w_4 = 0$$

با ترکیب دو عبارت بدست آمده عبارت زیر بدست می‌آید:

$$w_1 + 2w_2 - w_3 = 2w_4$$

عبارت بالا در گزینه ها نمی باشد. جواب سنجش گزینه ۳ می‌باشد.

۱۰- گزینه ۳

برای حل این سوال باید نقاط موجود در گزینه ها را تست کنیم. فقط نکته اینجاست که از بین ماشین سرویس دهنده موجود و ماشین سرویس دهنده‌ای که قصد استقرار آن را داریم چون محدودیت ظرفیت نداریم ماشین نزدیکتر به سه ماشین موجود سرویس می‌دهد. تابع هزینه نیز توسط فرمول وزن×فاصله محاسبه می‌شود:

هزینه سرویس دهی اگر ماشین سرویس دهنده جدید در نقطه  $P_1$  باشد:

$$0 \times 1 + 10 \times 1 + 10 \times 2 = 30$$





هزینه سرویس دهی اگر ماشین سرویس دهنده جدید در نقطه  $P_7$  باشد:

$$10 \times 1 + 0 \times 1 + 10 \times 2 = 30$$

هزینه سرویس دهی اگر ماشین سرویس دهنده جدید در نقطه وسط  $P_1$  و  $P_7$  باشد:

$$5 \times 1 + 5 \times 1 + 10 \times 2 = 30$$

به ازای تمام نقاط بین  $P_1$  و  $P_7$  نیز همین مقدار ۳۰ بدست می آید بنابراین تمام این نقاط نقطه بهینه می باشند به اضافه نقطه  $P_7$  زیرا این نقطه نیز دارای هزینه ۳۰ می باشد:

$$20 \times 1 + 10 \times 1 + 0 \times 2 = 30$$

بقیه نقاط تابع هزینه بیشتر از ۳۰ دارند بنابراین گزینه ۳ صحیح است.



## منابع و مراجع:

- (۱) جزوات درسی طرح‌ریزی واحدهای صنعتی دانشگاه‌های صنعتی شریف، صنعتی اصفهان و صنعتی امیرکبیر، سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸.
- (۲) چیدمان و مکان‌یابی تجهیزات در کارخانه، ریچارد فرانسیس، ترجمه کورش عشقی و حسن جوانشیر، تهران، موسسه انتشاراتی علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۶.
- (۳) اصول طراحی کارخانه، جیمز مک گرگور اپل، ترجمه گروه مهندسی صنایع، جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، تهران، موسسه انتشاراتی علوم و فنون مازندران، ۱۳۸۳.
- (۴) طرح‌ریزی واحدهای صنعتی: اصول طراحی کارخانه، جیمز ای تامکینز، ترجمه رضا زنجیرانی فراهانی، تهران، انتشارات ترمه، ۱۳۷۹.
- (۵) طراحی سیستم‌های صنعتی، هراگو ساندراس، ترجمه محمدسعید جبل عاملی و جمال ارکات، تهران، انتشارات صادق آل محمد، ۱۳۸۲.